



**Terapia pulpar vital en pacientes con diagnóstico de  
pulpitis irreversible sintomática en dientes maduros.**

**Revisión sistemática 2025.**

**Autor: Dr. Lucas Lefever Báez**

**Tesis para optar al Título de Especialista en Endodoncia**

**Docente guía: Dra. Daniela Vergara Olmos**

**Directora programa: Dra. Alicia Caro Molina**

**Valparaíso**

**2025**

## Índice

<b>Resumen.....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>Marco Teórico.....</b>	<b>9</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>53</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>58</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>69</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>72</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>75</b>

## RESUMEN

**Objetivo:** El propósito principal de este estudio fue evaluar la eficacia de la terapia pulpar vital (TPV) como alternativa al tratamiento de conducto radicular no quirúrgico (TCNRS) en dientes permanentes maduros con diagnóstico de pulpitis irreversible sintomática. La investigación buscó determinar si los procedimientos conservadores pueden preservar la vitalidad pulpar y lograr tasas de éxito comparables a la endodoncia convencional.

**Materiales y Métodos:** Se realizó una revisión sistemática que integró evidencia de ensayos clínicos aleatorizados y estudios prospectivos sobre pacientes adultos con molares maduros y pulpitis irreversible. La metodología incluyó el análisis de técnicas de pulpotomía parcial y completa utilizando materiales biocerámicos y cementos de silicato de calcio, como MTA y Biodentine. Los estudios seleccionados evaluaron variables como el control de la hemostasia intraoperatoria (entre 2 y 10 minutos), el éxito clínico y radiográfico, y los niveles de dolor postoperatorio con seguimientos de 6 a 60 meses.

**Resultados:** Los hallazgos demostraron que la pulpotomía completa con materiales biocerámicos alcanza tasas de éxito clínico de entre el 90% y 97.3% a los 12 meses, resultados estadísticamente similares al 93-98.6% obtenido con el TCNRS. Se observó una reducción significativa en la intensidad del dolor postoperatorio y un menor consumo de analgésicos en los grupos tratados con pulpotomía en comparación con la endodoncia convencional. Radiográficamente, el éxito se mantuvo alrededor del 93%, identificándose la formación de barreras de tejido duro en hasta el 24.4% de los casos tratados con pulpotomía completa.

Conclusiones: La terapia pulpar vital, específicamente la pulpotomía completa, constituye una alternativa eficaz, predecible y mínimamente invasiva para el manejo de la pulpitis irreversible en dientes maduros. Este enfoque preserva la capacidad regenerativa de la pulpa, reduce los costos y tiempos operatorios, y mejora la experiencia del paciente al minimizar el dolor postoperatorio. Se sugiere que futuras investigaciones se centren en estudios longitudinales a largo plazo para consolidar la TPV como un estándar de cuidado definitivo en endodoncia.

## ABSTRACT

**Objective:** The primary purpose of this study was to evaluate the efficacy of vital pulp therapy (VPT) as an alternative to non-surgical root canal treatment (NSRCT) in mature permanent teeth diagnosed with symptomatic irreversible pulpitis. The research sought to determine if conservative procedures can preserve pulp vitality and achieve success rates comparable to conventional endodontics.

**Materials and Methods:** A systematic review was conducted, integrating evidence from randomized clinical trials and prospective studies on adult patients with mature molars and irreversible pulpitis. The methodology included the analysis of partial and complete pulpotomy techniques using bioceramic materials and calcium silicate cements, such as MTA and Biodentine. The selected studies evaluated variables such as intraoperative hemostasis control (between 2 and 10 minutes), clinical and radiographic success, and postoperative pain levels with follow-ups ranging from 6 to 60 months.

**Results:** The findings demonstrated that complete pulpotomy with bioceramic materials achieves clinical success rates between 90% and 97.3% at 12 months, results statistically similar to the 93-98.6% obtained with NSRCT. A significant reduction in postoperative pain intensity and lower analgesic consumption were observed in the pulpotomy groups compared to conventional endodontics. Radiographically, success remained around 93%, with hard tissue barrier formation identified in up to 24.4% of cases treated with complete pulpotomy.

**Conclusions:** Vital pulp therapy, specifically complete pulpotomy, constitutes an effective, predictable, and minimally invasive alternative for managing irreversible pulpitis in mature teeth. This approach preserves the regenerative capacity of the pulp,

reduces costs and operative times, and improves the patient experience by minimizing postoperative pain. It is suggested that future research focus on long-term longitudinal studies to consolidate VPT as a definitive standard of care in endodontics.

## Introducción

La caries dental, una enfermedad inducida por Biofilm, es el estímulo nocivo más común que conduce a la inflamación del tejido pulpar, un proceso denominado pulpitis.

La modalidad de tratamiento tradicional y aceptada universalmente para los dientes permanentes maduros con diagnóstico de pulpitis irreversible ha sido la pulpectomía, también conocida como tratamiento de conducto radicular no quirúrgico (TCNRS). Si bien el TCNRS puede alcanzar altas tasas de éxito cuando se realiza correctamente (entre el 92% y el 98%), este procedimiento es extenso y utiliza un arsenal variado. Además, conlleva ciertas desventajas significativas, como ser costoso y hacer que los dientes sean susceptibles a fracturas debido a la mayor pérdida de estructura dental. Los estudios poblacionales transversales han reportado valores altos de prevalencia de obturaciones radiculares inadecuadas (56% a 86%), lo que sugiere que los objetivos del tratamiento no siempre se logran.

La Terapia Pulpar Vital (TPV) es una modalidad de tratamiento basada en la biología cuyo objetivo es preservar la integridad, la salud y la vitalidad del tejido pulpar. Los avances en la comprensión de la biología pulpar han cuestionado la clasificación tradicional de la pulpitis irreversible, ya que el tejido inflamatorio se limita frecuentemente a la pulpa coronal, dejando la mayor parte del tejido pulpar restante viable y capaz de reparación. La TPV, incluyendo procedimientos como la pulpotomía (parcial o completa), busca eliminar el tejido pulpar infectado para controlar la inflamación, permitiendo así la reparación y manteniendo la función propioceptiva, reparadora y la integridad estructural del diente. Se ha visto reforzada por la introducción de cementos de silicato de calcio hidráulicos (CSC) como el MTA y

Biodentine, que sellan eficazmente la interfaz de la herida pulpar y promueven la cicatrización. Este enfoque conservador es una estrategia más simple y rentable que el TCNRS.

Dada la necesidad de opciones de tratamiento más conservadoras, rápidas y rentables, y basándose en la nueva comprensión biológica de la capacidad de curación pulpar, es crucial investigar y comparar los resultados de esta terapia emergente con TCNRS (Tratamiento de Conducto Radicular No Quirúrgico). Por lo tanto, la presente investigación se plantea la siguiente interrogante: "¿Es eficaz la terapia pulpar vital como alternativa al tratamiento endodóntico convencional en pacientes con diagnóstico de pulpitis irreversible sintomática?"

## **Marco Teórico**

### Complejo Dentino Pulpar

El tejido pulpar y dentinario conforman estructural y funcionalmente una verdadera unidad biológica denominada complejo dentino-pulpar. La dentina y la pulpa constituyen una unidad estructural, por la inclusión de las prolongaciones de los odontoblastos en la dentina; conforman una unidad funcional, debido a que la pulpa mantiene la vitalidad de la dentina y ésta a su vez la protege. También comparten un origen embrionario común, ambas derivan del ectomesénquima que forma la papila del germen dentario.

A pesar de lo expuesto anteriormente la dentina y la pulpa se describen por separado solamente por cuestiones de técnicas histológicas. La pulpa al ser un tejido conectivo laxo se estudia exclusivamente en cortes descalcificados, los cuales permiten también analizar la relación dentino-pulpar; por su parte, por ser la dentina un tejido duro, las observaciones se realizan generalmente en cortes por desgastes para poder observar su estructura mineralizada. (1,2)

### **Histología de la Dentina. Generalidades**

La dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. En la porción coronaria se halla recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que en la región radicular se encuentra tapizada por el cemento. Interiormente, la dentina delimita una cavidad denominada cámara pulpar, la cual contiene a la pulpa dental.

La formación de la dentina se inicia por un grupo de células especializadas denominadas odontoblastos, las cuales se diferencian de la papila dental alrededor de la octava o novena semana de la vida fetal. Los odontoblastos son células que se

creo que derivan del mesodermo. Cuando estas células elaboran dentina toman apariencia alargada y de columna.

En la estructura de la dentina se pueden distinguir dos componentes básicos: la matriz mineralizada y los túbulos dentinarios que la atraviesan en todo su espesor y que alojan a los procesos odontoblásticos; dichos túbulos miden desde 1  $\mu\text{m}$  de diámetro a nivel de la unión de la dentina con el esmalte y hasta 3  $\mu\text{m}$  a nivel de su superficie radicular. Los procesos odontoblásticos son largas prolongaciones citoplasmáticas de las células especializadas llamadas odontoblastos, cuyos cuerpos se ubican en la región más periférica de la pulpa. Estas células producen la matriz colágena de la dentina y participan en el proceso de calcificación de la misma, siendo por tanto, responsables de la formación y del mantenimiento de la dentina.

Su composición es de aproximadamente de 70% de materia inorgánica (principalmente cristales de hidroxiapatita), 18% de materia orgánica (principalmente fibras colágenas) y 12% de agua.

### **Matriz Orgánica**

Está constituida por varios componentes entre los que se destaca el colágeno tipo I, que es sintetizado por el odontoblasto y representa el 90% de dicha matriz. Los colágenos tipo III, IV, V y VI se han descrito en pequeñas proporciones. El tipo III se segrega en casos de dentina opalescente y está ocasionalmente presente en la dentina peritubular; el tipo IV, en los momentos iniciales de la dentinogénesis y los tipos V y VI se han descrito en distintas regiones de la predentina.

También en la matriz orgánica se han detectado proteínas semejantes a las existentes en la matriz ósea tales como: la osteonectina, la osteopontina y la proteína *G/a* de la dentina que contiene ácido glutámico. Dicha matriz contiene además tres proteínas

que se localizan únicamente en la dentina como son: la fosforina dentinaria (DPP) que tras el colágeno es el componente más abundante de la dentina, la proteína de matriz dentinaria 1 (DMP1) y la sialoproteína dentinaria (DPS). Las dos primeras son segregadas por los odontoblastos y la última es segregada por odontoblastos jóvenes y también por preameloblastos.

Los proteoglicanos también se encuentran presentes en la matriz dentinaria. El condroitín 4-sulfato y el condroitín 6-sulfato son los GAG más frecuentes, predominando el segundo de ellos en la predentina. (1)

### **Matriz Inorgánica**

La matriz inorgánica está compuesta por cristales de hidroxiapatita, similares químicamente a los del esmalte, cemento y hueso. Por su tamaño se diferencian de los grandes cristales del esmalte ya que son más pequeños y delgados. Las dimensiones de los cristales son de 36nm de longitud, 25 nm de anchura y 10 nm de altura, además se orientan de forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz de la dentina, disponiéndose entre las fibras y también dentro de las mismas, ya que ocupan los espacios entre las moléculas de colágeno que la forman.

Además de los cristales de hidroxiapatita hay cierta cantidad de fosfatos amorfos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos como flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio entre otros. (1)

### **Permeabilidad Dentinaria**

Los túbulos dentinarios son los conductos principales para la difusión del fluido a través de la dentina. Los túbulos dentinarios convergen en la cámara pulpar a partir de la unión de la dentina con el esmalte. De este modo, las sustancias permeables tienden a concentrarse en una zona pequeña al llegar a la pulpa. Brännström y

Garberoglio (1972) observaron que el área de la dentina ocupada por túbulos es de 1% en la unión dentina con el esmalte aumentando hasta un 45% a nivel de la cámara pulpar. Esto conduce implicancias clínicas de gran importancia porque al exponerse una cantidad mayor de dentina profunda al realizar procedimientos restauradores o por caries y atrición, la dentina restante se hace más permeable, por consiguiente, esto hace a la pulpa más susceptible a la irritación química o bacteriana. Esta consecuencia funcional de la zona tubular es también la causa de la disminución de la microdureza de la dentina más cercana a la pulpa, al aumentar la densidad tubular, disminuye la cantidad de matriz calcificada entre los túbulos.

La permeabilidad dentinaria varía según la edad del diente, el grado de mineralización de los túbulos dentinarios, los cambios tisulares en la dentina, el nivel de localización de la dentina, la proporción de dentina intertubular y cualquier cosa que reduzca el paso de fluido dentro de los túbulos. La gran variación en el número de túbulos y el tipo de ramificaciones en las diferentes localizaciones de la dentina coronal también puede ocasionar marcada diferencia en la permeabilidad. (3)

### **Histología Pulpar. Generalidades**

La pulpa es un tejido blando de origen mesenquimatoso, con células especializadas como son los odontoblastos, los cuales se encuentran dispuestos periféricamente en contacto directo con la matriz de la dentina. La relación que se establece entre los odontoblastos y la dentina es lo que se denomina complejo dentino-pulpar y es una de las razones por las cuales la pulpa y la dentina se deben considerar una unidad funcional.

Ten Cate (1986) refiere, que la pulpa dental es el tejido conectivo blando que mantiene a la dentina. En ella se pueden distinguir cuatro zonas diferentes: la zona

odontoblástica, la zona subodontoblástica u oligocelular de Weil, la zona rica en células y la zona central de la pulpa o tejido pulpar propiamente dicho. Las células principales de la pulpa son: los odontoblastos, fibroblastos, células mesenquimatosas indiferenciadas y los macrófagos, las cuales serán descritas a continuación.

### **Componentes Estructurales de la Pulpa**

La pulpa dental consta básicamente de los mismos componentes que el tejido conjuntivo laxo de cualquier otra parte del cuerpo y se encuentra ricamente vascularizado e innervado. Está formada por un 75% de agua y por un 25% de materia orgánica. Esta última está constituida por células y matriz extracelular (MEC) representada por fibras y sustancia fundamental.

### **Elementos Celulares de la Pulpa Normal**

Odontoblastos. Son las células más predominantes del órgano dentino-pulpar. Son células específicas o típicas del tejido pulpar, situadas en la periferia y adyacente a la predentina. Los odontoblastos conforman por su disposición en empalizada la capa odontoblástica, la cual es semejante a un epitelio cilíndrico pseudoestratificado en la región coronaria y un epitelio cilíndrico simple en la zona radicular. Los odontoblastos en la porción coronaria alcanzan la cifra de 45.000 m<sup>2</sup>, el cual va disminuyendo en la zona radicular. Los odontoblastos de la corona son también más grandes que en la zona radicular: esta célula adopta una forma cilíndrica alta 40 µm, mientras que en la zona media las células son cúbicas y en la zona apical son de aspecto aplanado. Las variaciones morfológicas están directamente relacionadas con la actividad funcional.

Trowbridge y Kim (2002) refieren que la dentinogénesis, la osteogénesis y la cementogénesis son similares en muchos aspectos, por lo tanto los odontoblastos,

los cementoblastos y los osteoblastos presentan características similares. Todas estas células poseen una matriz compuesta con fibras colágenas y proteoglucanos, capaz de mineralizarse.

Las diferencias más significativas entre estas células, quizás sean el aspecto morfológico y la relación anatómica que se establece entre las células y las estructuras que producen. Los odontoblastos por otra parte presentan prolongaciones celulares para formar los túbulos dentinarios. Es importante hacer referencia, que el odontoblasto maduro es una célula altamente diferenciada que ha perdido la capacidad de dividirse. Los nuevos odontoblastos que se originan en los procesos reparativos de la dentina, están a expensas de las células mesenquimatosas indiferenciadas, aunque algunos autores opinan que podría derivar de los fibroblastos pulpares.

Fibroblastos. Son las células principales y más abundantes del tejido conectivo pulpar, especialmente en la corona, donde forman la capa rica en células. Sintetizan y secretan la mayor parte de los componentes extracelulares, es decir, el colágeno y la sustancia fundamental.

Los fibroblastos tienen por función formar, mantener y regular el recambio de la matriz extracelular fibrilar y amorfa: además son células multifuncionales, pues tienen también la capacidad de degradar el colágeno como respuesta ante distintos estímulos fisiológicos del medio interno. Se piensa también que estas células pueden tener el potencial de originar nuevos odontoblastos en la periferia de la pulpa cuando se amerita.

Células Mesenquimáticas indiferenciadas. Estas células derivan del ectodermo de las crestas neurales. Constituyen las células de reserva de la pulpa por su capacidad de

diferenciarse en nuevos odontoblastos o fibroblastos, según el estímulo que actúe. Se encuentran bajo los odontoblastos en la zona rica en células. El número de células mesenquimáticas disminuye con la edad, lo cual produce una reducción en la capacidad de autodefensa de la pulpa.

Macrófagos. Son monocitos que han abandonado el torrente sanguíneo, entran en los tejidos y se diferencian en varias subpoblaciones, una de esta subpoblación son los macrófagos, los cuales desempeñan funciones activas de endocitosis y fagocitosis. Debido a su movilidad y actividad fagocítica, estos elementos celulares son capaces de actuar como reservorios, que eliminan hematíes extravasados, células muertas y sustancias extrañas presentes en los tejidos, todo el material ingerido por los macrófagos es destruido por la acción de enzimas lisosomales. Además otro grupo de macrófagos participan en reacciones inmunes mediante el procesamiento del antígeno y su presentación posterior a la célula T de memoria.

Células Dendríticas. Son elementos accesorios del sistema inmune. En la epidermis y en las membranas de las mucosas se encuentran células similares llamadas células de Langerhans. Las células dendríticas se hallan especialmente en los tejidos linfoides, pero también están ampliamente distribuida por el tejidos conectivo, entre ellos el de la pulpa.

Linfocitos. Se ha demostrado que en la pulpa sana solamente posee linfocitos de tipo T, los linfocitos B normalmente están ausentes. Los linfocitos T participan en la respuesta inmunológica inicial; estas células se activan mediante mecanismos inmunológicos ante la presencia de antígenos provenientes de la caries, los cuales liberan linfoquinas que provocan vasodilatación pulpar. La interacción entre ambos tipos de linfocitos facilita la diferenciación de linfocitos B en células plasmáticas, las

cuales son la que elaboran anticuerpos específicos contra los antígenos que han propiciado la respuesta inflamatoria.

Mastocitos. Se encuentran ampliamente distribuidos por los tejidos conectivos. En pocas ocasiones se hallan en el tejido pulpar, mientras que se encuentran de forma sistémica en las pulpas con inflamación crónica.

### **Fibras**

Fibras Colágenas; constituidas por colágeno tipo I, el cual representa aproximadamente el 60% del colágeno pulpar. Su distribución y proporción difiere según la región. Son pocas y de forma irregular en la pulpa coronaria y en la zona radicular adquieren una disposición paralela y están en mayor concentración. Su densidad y diámetro aumenta con la edad.

Fibras Reticulares; están formadas por delgadas fibrillas de colágeno tipo III asociadas a fibronectina. Ambos tipos de colágeno I y III son sintetizados por los fibroblastos. Las fibras reticulares son fibras muy finas que se distribuyen de forma abundante en el tejido mesenquimático de la papila dental. Estas fibras se disponen al azar en el tejido pulpar, excepto a nivel de la región odontoblástica donde se insinúan entre las células y constituyen el plexo de Von Korff.

Fibras Elásticas; son muy escasas en el tejido pulpar y se encuentran localizadas exclusivamente en las delgadas paredes de los vasos sanguíneos y su principal componente es la elastina.

### **Sustancia Fundamental**

La sustancia fundamental o matriz extracelular amorfa, está constituido principalmente por proteoglicanos y agua. Es de consistencia similar a un gel y constituye la mayor parte del órgano pulpar. La sustancia fundamental rodea y da apoyo a las estructuras. Se comporta como un verdadero medio interno, a través del cual las células reciben los nutrientes provenientes de la sangre arterial; igualmente los productos de desechos son eliminados en él para ser transportados hacia la circulación eferente.

### **Zonas Morfológicas de la Pulpa**

Capa Odontoblástica. Es la capa más superficial de la pulpa, la cual se localiza debajo de la predentina. Está constituida por los odontoblastos dispuestos en empalizada. En consecuencia esta capa se compone de los cuerpos celulares de los odontoblastos, además entre estos se pueden encontrar capilares, fibras nerviosas y células dendríticas. La capa odontoblástica de la pulpa coronal contiene más células por unidad de área que la pulpa radicular.

Zona pobre en Células. Esta capa se encuentra situada por debajo de la anterior, tiene aproximadamente 40  $\mu\text{m}$  de ancho y se la identifica como una zona pobre en células. Está conformada por capilares sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y las finas prolongaciones citoplasmáticas de los fibroblastos. En ella existe el plexo nervioso de Raschkow, el plexo capilar subdentinoblástico y fibroblastos. Esta zona puede no ser aparente en las pulpas jóvenes, donde la dentina se forma con rapidez, o en las pulpas adultas, donde se genera dentina reparadora.

Zona rica en Células. Se caracteriza por su amplia densidad celular, donde se destacan las células mesenquimáticas y los fibroblastos. Además esta capa puede

contener un número variable de macrófagos, células dendríticas y linfocitos. Esta capa es mucho más predominante en la pulpa coronal que la radicular.

Pulpa propiamente tal. Es la masa central de la pulpa, está formado por el tejido conectivo laxo característico de la pulpa, con sus distintos tipos celulares, escasas fibras inmersas en matriz extracelular amorfa y abundantes vasos y nervios. El componente celular está formado principalmente por fibroblastos, células mesenquimáticas y macrófagos, pero proporcionalmente tiene menor cantidad de células por unidad de superficie que la zona rica en células.

El complejo dentino-pulpar va a cumplir 5 funciones:

Función inductora: que se pone de manifiesto durante la amelogénesis, ya que es necesario el depósito de dentina para que se produzca la síntesis y el depósito del esmalte.

Función formativa: la pulpa tiene como función esencial formar la dentina, la capacidad dentinogénica se mantiene mientras dura su vitalidad. La elaboración de la dentina está a cargo de los odontoblastos y según el momento en que esta se produzca se forman los diferentes tipos de dentina: primaria, secundaria y terciaria o reparativa. La dentina primaria se deposita durante la formación del diente hasta que entra en oclusión, la secundaria se forma luego de que se forma completamente la raíz. La terciaria se forma en respuesta a distintos estímulos irritantes como: biológicos (caries) físicos (calor, presión) o químicos (sustancias nocivas provenientes de materiales dentales).

Función nutritiva: La pulpa nutre la dentina a través de las prolongaciones odontoblásticas y de los metabolitos que provienen del sistema vascular pulpar que se difunden e través del líquido dentinario.

Función defensiva o reparadora: la pulpa tiene una capacidad reparativa grande, formando dentina ante las diferentes agresiones. Las dos líneas de defensa son: la formación de dentina peritubular y la formación de dentina terciaria, la cual es elaborada por los nuevos odontoblastos que se originan de las células mesenquimáticas indiferenciadas.

Función sensitiva: la pulpa, mediante los nervios sensitivos responde ante los diferentes estímulos o agresiones, con dolor dentinario o pulpar. (1,5,6)

### **Fisiopatología pulpar**

La actividad funcional del tejido dentario consiste en actuar como soporte mecánico en la actividad masticatoria normal de las estructuras dentarias y en participar también, por sus características estructurales y biológicas, en la defensa y en la sensibilidad del complejo dentino pulpar.

Los estímulos nocivos además de provocar el depósito de dentina terciaria, pueden inducir cambios en los túbulos dentinarios de la dentina primaria y secundaria. Las porciones dentinarias que son sometidas a estímulos lentos, persistentes o no muy severos, pueden producir un depósito de sales de calcio sobre las prolongaciones odontoblásticas en degeneración, aumentando de esta forma la cantidad de dentina peritubular, la cual puede producir la obliteración de los túbulos y en consecuencia toda la región queda constituida por una matriz mineralizada denominada dentina traslúcida o esclerótica.

Cuando la dentina es afectada por una lesión intensa, los odontoblastos se defienden retrayendo sus prolongaciones quedando segmentos de los túbulos vacíos, es decir, sin procesos odontoblásticos; en cambio si el estímulo es excesivo se produce la

muerte de los odontoblastos y una necrosis de sus prolongaciones, quedando restos celulares.

La caries es una enfermedad inducida por Biofilm, impulsada por un suministro de carbohidratos fermentables (Nyvad et al. 2013, Pitts et al. 2017). El cambio ecológico resultante crea un nicho acidogénico, cariogénico, que descompone el tejido dental duro para formar una cavidad (Dorozhkin & Epple 2002, Schwendicke et al. 2016). Aunque la pulpitis acompañará al proceso carioso a lo largo de su progresión, no es hasta que la dentina cariosa desmineralizada infectada está cerca de la pulpa cuando la respuesta inflamatoria se vuelve grave y existe el riesgo de que las bacterias entren en la pulpa (Reeves & Stanley 1966). En modelos animales que emplean dentina sana, el tejido pulpar tiene una capacidad innata de reparación si se elimina el desafío bacteriano y el diente se restaura adecuadamente (Mjor & Tronstad 1974, Warfvinge & Bergenholtz 1986). La conservación de la salud pulpar mantiene el desarrollo de la pulpa (dentinogénesis primaria y secundaria), la defensa (dentinogénesis terciaria, inmunorrespuesta), así como los mecanorreceptores de la pulpa. El tratamiento adecuado de la caries dentro del tratamiento VPT tiene como objetivo eliminar la irritación microbiana y prevenir nuevas agresiones bacterianas mediante la colocación de un biomaterial dental sellador que proteja la dentina y la pulpa expuestas de los estímulos externos.

Durante la última década, se han producido mejoras significativas en el campo de la biología pulpar, y la respuesta pulpar al proceso carioso se investigó a fondo en varios estudios. La dentina sirve como reservorio de factores de crecimiento. Las moléculas incluyen el factor de transformación beta, el factor de crecimiento nervioso y los factores de crecimiento similares a la insulina, que se liberan en respuesta a la caries. Además, los cementos a base de silicato de calcio (CSC) como MTA y Biodentine

inducen la liberación de estos factores que modulan la inflamación e impulsan el proceso de reparación al estimular el reclutamiento de células similares a odontoblastos con capacidad de formación de tejido duro. El papel de los fibroblastos, que son abundantes en el tejido pulpar de los dientes de los adultos en particular, es en respuesta a la inflamación donde se ha demostrado que estas células matan bacterias tanto directa como indirectamente al activar las proteínas del complemento como C5a y C3b, que modulan la actividad fagocítica de los macrófagos. Por lo tanto, la respuesta inflamatoria es multifactorial e involucra al tejido pulpar y a los factores de crecimiento fosilizados en la dentina.

Los procesos biológicos de la curación de la pulpa implican infección, inflamación y reparación. El control de la infección pulpar es la clave del éxito de la VPT de los dientes con pulpitis irreversible. El objetivo es eliminar el tejido pulpar infectado para controlar la inflamación, permitiendo así la reparación. Es importante diferenciar entre infección e inflamación. La infección siempre se asocia con inflamación, pero viceversa no es cierto. El tejido pulpar con inflamación irreversible causada por infección bacteriana no es capaz de curarse si la mayoría de las bacterias no se eliminan. La asociación entre inflamación, infección y curación pulpar fue demostrada por Kakehashi et al . en 1965, donde se demostró que el tejido vital y el puente calcificado ocurrían en ratas libres de gérmenes en oposición a la necrosis pulpar en ratas de laboratorio convencionales en un hábitat no estéril. Si se elimina la etiología de la inflamación, la acción de vaivén cambia para favorecer la curación de la herida. La inflamación proporciona muchos elementos necesarios, como andamios, factores de crecimiento, citocinas, quimiocinas, macrófagos y células madre/progenitoras que se requieren para la curación de la herida. De hecho, la inflamación es la primera fase

de la cicatrización de la herida y es un requisito previo para la cicatrización y regeneración de la pulpa.

La caries dental sigue siendo un problema global con estudios epidemiológicos que informan altas tasas de caries tanto en niños como en adultos, lo que requiere una intervención para minimizar los efectos perjudiciales sobre la pulpa dental. La inflamación de la pulpa dental acompaña al proceso carioso mucho antes de la exposición real de la pulpa. La gravedad de esta inflamación continúa aumentando a medida que la caries progresa hacia la pulpa, y si la caries no se trata, la inflamación y la infección progresa dando lugar a la necrosis pulpar. Los estudios histológicos han demostrado que la infección a menudo se limita a la cámara coronal del sistema de conductos radiculares de la pulpa expuesta por caries. Por lo tanto, si se elimina el proceso carioso y se amputa el tejido pulpar infectado, entonces el tejido sano restante es capaz de repararse. (7)

### **Diagnósticos endodónticos**

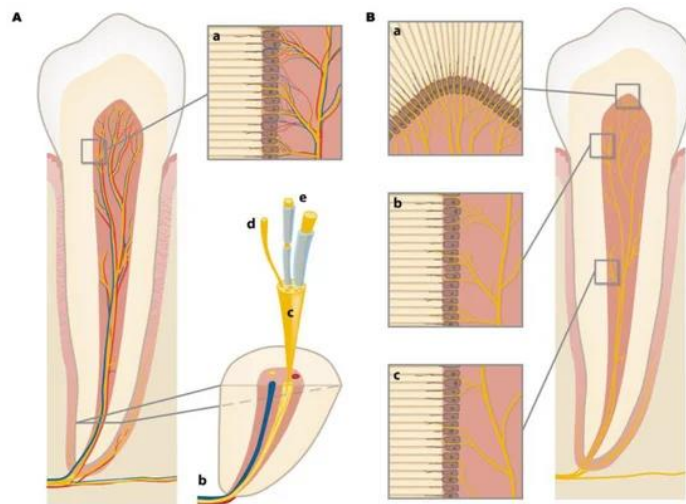
La pulpitis es la inflamación del tejido pulpar de los dientes en respuesta a estímulos lesivos, incluyendo la invasión bacteriana de la estructura dental. Típicamente progresa desde una etapa considerada reversible si se elimina el estímulo, a etapas consideradas irreversibles. El diagnóstico clínico de una pulpa sana, pulpitis reversible o irreversible se basa en signos y síntomas clínicos pasados y presentes, la extensión de la caries adyacente, las respuestas a las pruebas pulpares y la percusión, y la presentación radiográfica de los tejidos periapicales en el ápice radicular. Tradicionalmente, el dolor intenso espontáneo o provocado preoperatorio y la exposición de la pulpa cariada se consideran ampliamente como indicadores de pulpitis irreversible, aunque los cambios inflamatorios en los dientes que presentan

estos síntomas se limitan con frecuencia a la pulpa coronal junto a las lesiones cariosas, mientras que la mayoría del tejido pulpar permanece sin inflamación y viable. En consecuencia, la clasificación tradicional de la pulpitis irreversible ha sido cuestionada por la comprensión emergente de que la eliminación del tejido pulpar extensamente inflamado puede permitir preservar la pulpa no inflamada restante, haciendo que la pulpitis sea reversible. Esta comprensión emergente tiene implicaciones en los enfoques para el tratamiento de los dientes diagnosticados con pulpitis irreversible.

La modalidad de tratamiento tradicional para dientes permanentes maduros diagnosticados con pulpitis irreversible es la pulpectomía, también conocida como tratamiento de conducto radicular no quirúrgico (NSRCT). Los principales pasos de procedimiento y los objetivos del proceso de NSRCT están bien establecidos, incluida la preparación de la cavidad de acceso a la cámara pulpar del diente, la extirpación del tejido pulpar, el relleno completo del espacio pulpar para establecer un entorno propicio para la curación y prevenir el ingreso futuro de bacterias, y la restauración definitiva de la cavidad endodóntica y la estructura coronal del diente. Si bien se acepta universalmente, este procedimiento de tratamiento bastante elaborado, que a menudo requiere más de una sesión de tratamiento y un arsenal variado, puede ser inalcanzable cuando los pacientes no pueden pagar NSRCT, o cuando no tienen acceso a proveedores de tratamiento capacitados que puedan realizarlo. En esas situaciones, los dientes diagnosticados con pulpitis irreversible pueden extraerse, lo que pone en peligro la función y la calidad de vida. Cuando se realiza NSRCT cumpliendo los objetivos del proceso establecidos en dientes diagnosticados con pulpitis irreversible, se espera que entre el 92 y el 98% de los dientes permanezcan sanos, según criterios radiográficos y clínicos, varios años después del tratamiento.

Por el contrario, estudios transversales de dientes con endodoncia en poblaciones generales de muchos países han informado valores de prevalencia altos de obturaciones radiculares inadecuadas (56 a 86%) y periodontitis apical (34 a 68%), lo que sugiere que a menudo no se logran ni los objetivos del proceso aceptados ni los resultados esperados. (8)

Dos vías nerviosas distintas son responsables del dolor de la pulpa dental. Las fibras A-delta mielinizadas (fibras  $A\delta$ ) están involucradas en la conducción rápida del dolor, causando una respuesta de dolor rápida, aguda y localizada. En caso de una aplicación de estímulo frío a la corona del diente, se evoca una respuesta rápida de dolor  $A\delta$ , seguida de un cese del dolor casi inmediato. Las fibras C amielínicas son responsables de una conducción lenta del dolor, difícil de localizar, y causada principalmente por un estímulo de calor. La respuesta al dolor es rápida y breve; cesando después de un corto tiempo, se evoca un dolor más intenso con una mayor frecuencia. El dolor dental causado por fibras A-delta es más probable que se aborde mediante pruebas de vitalidad diagnóstica, mientras que el dolor causado por fibras C generalmente se asocia con inflamación patológica del tejido pulpar. En ausencia de desencadenantes externos, el dolor relacionado con tejidos inflamados o lesionados puede ocurrir espontáneamente.



**Imagen:** *Figura 1. ( A ) Vascularización e inervación del complejo pulpar-dentinario. (a) vasos sanguíneos (rojo y azul) y nervios sensoriales (amarillo) desde la cámara pulpar hasta los túbulos dentinarios formando el plexo de Raschkow; (b) haz neurovascular en el ápice del diente; (c) haz nervioso; (d) fibra nerviosa amielínica; (e) fibras nerviosas mielinizadas; ( B ) inervación del diente; (a) el aspecto coronal de la cámara pulpar presenta terminales nerviosas altamente compactas que disminuyen progresivamente en dirección cervical (b) y apical (c) las terminales nerviosas terminan en la capa odontoblástica y dentro de los túbulos dentinarios. (9)*

En la actualidad, la gravedad de la inflamación pulpar se puede evaluar clínicamente solo mediante un examen de tejidos blandos y duros, con respuestas subjetivas de pruebas de sensibilidad pulpar interindividuales del paciente y un examen radiológico. El grado de inflamación pulpar a menudo se determina después de aplicar un estímulo frío que puede inducir una respuesta exagerada y "persistente" debido a la sensibilización de las fibras C y la hipersensibilidad inducida por la inflamación. Sin embargo, al considerar estos criterios de diagnóstico, no es posible una evaluación cuantitativa del dolor para poder diferenciar de manera confiable entre el dolor inducido por una inflamación pulpar reversible o irreversible. Desde un punto de vista biológico, la diferencia entre pulpitis reversible e irreversible está relacionada con los

niveles de expresión de mediadores inflamatorios in situ específicos. Aunque el dolor es uno de los principales síntomas de infección/inflamación, su presencia o intensidad no se correlaciona precisamente con el grado de afectación del tejido pulpar y la gravedad del estado histopatológico. De hecho, debe destacarse que una pulpitis a menudo puede ser asintomática.

La pulpitis irreversible relacionada con caries a menudo se caracteriza histológicamente por tejido necrótico colonizado por bacterias y, a veces, formación de microabscesos e incapacidad de curación. Por otro lado, el tejido pulpar circundante desarrolla una reacción de defensa inmunológica para evitar que la infección se propague y está en gran medida libre de inflamación o necrosis. En consecuencia, si fuera posible aislar y eliminar la pulpa infectada (antes de la propagación de la necrosis), la porción de tejido pulpar sano no infectado permanecería sana. Por el contrario, cuando la pulpa solo está inflamada de forma reversible, tiene potencial de curación y reparación tisular. Aunque la pulpitis reversible e irreversible se puede diferenciar histológicamente, la reparación del tejido pulpar no se puede apreciar clínicamente de forma objetiva. De hecho, Ricucci et al. informaron una correlación más alta entre el diagnóstico clínico de pulpa normal/pulpitis reversible y los hallazgos histológicos que los casos de pulpitis irreversible, lo que representa un problema adicional en la elección terapéutica. Por lo tanto, es necesario un examen pulpar de base biológica que permita un diagnóstico preciso del estado pulpar, determinando así con exactitud un enfoque clínico relacionado que aumentará el pronóstico del tratamiento de un diente con pulpa inflamada. (10,11)

## **Terapia pulpar vital**

### **Definición**

La terapia de pulpa vital (TPV) es una modalidad de tratamiento de base biológica cuyo objetivo es preservar el tejido pulpar. Consiste en diferentes estrategias de tratamiento para mantener la integridad y salud de los dientes y preservar la vitalidad pulpar en caso de lesiones de caries profundas que se aproximan/involucran la pulpa o en caso de exposición del tejido pulpar debido a trauma o causas mecánicas. La TPV incluye recubrimiento pulpar indirecto y directo, y pulpotomía parcial o total. En el caso de los dientes permanentes inmaduros, la TPV mantiene la vitalidad continua, lo que permite la formación continua de raíces y se recomienda en casos de exposición pulpar traumática en los que la inflamación de la pulpa es superficial, como se evidencia en el análisis histológico.

Se realiza con éxito en el tratamiento diario de dientes primarios (para aumentar su mantenimiento en el tiempo) y de elementos permanentes inmaduros para permitir la apexogénesis. Hallazgos recientes propusieron la TPV para un enfoque más amplio y como un enfoque alternativo incluso en dientes permanentes maduros sintomáticos con lesiones de caries profundas, con el objetivo de mantener la vitalidad pulpar en el tiempo y/o evitar la terapia de conducto no quirúrgica (TCNRS). Sin embargo, los resultados y el éxito de la TPV están estrictamente relacionados con la gravedad de la inflamación pulpar y la afectación histopatológica del tejido pulpar. Además, se ha demostrado que no existe una correlación precisa entre los síntomas clínicos y el estado histopatológico de la pulpa, principalmente en caso de pulpitis irreversible, lo que podría llevar a un diagnóstico erróneo. Desafortunadamente, hasta la fecha, el diagnóstico de pulpitis reversible o irreversible se basa en la anamnesis, parámetros

clínicos subjetivos de dolor y pruebas de sensibilidad pulpar sin reflejar el estado real de inflamación pulpar.

Tradicionalmente, se consideraba que los dientes maduros presentaban una inflamación irreversible después de una exposición pulpar cariada y se recomendaba un tratamiento de conducto radicular (ECA). Esto se basaba principalmente en el resultado negativo de deterioro a largo plazo informado por un estudio que utilizó hidróxido de calcio para el recubrimiento pulpar de exposiciones pulpares cariadas. Este resultado negativo probablemente se relacionaba con los procedimientos de control de infecciones menos que ideales y un sellado coronal comprometido, más que con el procedimiento en sí. (11)

Estudios controlados aleatorios han informado resultados comparables para dientes con exposiciones cariosas y diagnosticados con pulpitis irreversible. Otros estudios informan sobre una rápida reducción del dolor después del tratamiento con una pulpotomía que es bien recibida por los pacientes. Por lo tanto, podría haber una ventaja para el paciente si el diente se trata con pulpotomía en lugar del enfoque tradicional de RCT. La VPT es una estrategia más simple y rentable que los enfoques mecánicos tradicionales que involucran pulpectomía y relleno del espacio del conducto radicular con materiales de relleno radicular. Potencialmente, el retratamiento de una pulpotomía fallida podría ser más fácil que el retratamiento de un diente que ha sido obturado radicularmente. La VPT ahora se considera como una modalidad de tratamiento aceptada para dientes expuestos cariosamente sintomáticos por la Sociedad Europea de Endodoncia (ESE) y la Asociación Americana de Endodoncistas (AAE).

La VPT es consistente con los conceptos contemporáneos de la odontología mínimamente invasiva, y durante mucho tiempo se ha considerado un tratamiento definitivo para dientes deciduos con inflamación pulpar y para dientes inmaduros permanentes diagnosticados con pulpitis reversible o irreversible. En las últimas dos décadas, la VPT se ha visto reforzada por la introducción de cementos de silicato de calcio hidráulicos (HCSC), como el agregado de trióxido mineral (MTA), el cemento de mezcla enriquecido con calcio (CEM) y Biodentine™ (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Francia), que sellan eficazmente la interfaz de la herida pulpar y permiten la cicatrización pulpar. Con el respaldo de la comprensión actual de la capacidad del tejido pulpar inflamado para recuperarse y regenerarse, la FP y la PP utilizando HCSC se han aplicado en dientes permanentes maduros para tratar lesiones cariosas profundas con pulpas expuestas, produciendo buenos resultados. La aplicación de FP también se ha extendido a dientes maduros permanentes con pulpitis irreversible sintomática, lo que sugiere que también esos dientes, tradicionalmente considerados más allá de la reparación pulpar, pueden tratarse de manera predecible mediante la eliminación del tejido inflamado y afectado, lo que da como resultado el mantenimiento de la vitalidad de la pulpa restante y la salud periapical. (8)

La pulpa inflamada como resultado de una caries profunda puede tratarse clínicamente preservando el tejido o extirpándolo por completo, seguido de la obturación del diente. Sin embargo, la mejor modalidad de tratamiento sigue siendo una cuestión controvertida. El tratamiento preferido para los dientes sintomáticos o asintomáticos con lesión de caries profunda que alcanza la pulpa es la endodoncia. Tiene ciertas desventajas, ya que lleva mucho tiempo, es caro y requiere múltiples visitas, lo que hace que los dientes sean susceptibles a fracturas debido a la pérdida de estructura dental.

Los estudios epidemiológicos han mostrado tasas de fracaso que oscilan entre el 24% y el 66% como resultado de ECA inadecuadas realizadas principalmente por odontólogos generales. Una reciente revisión sistemática realizada por Ng y cols. proclamó que la tasa de éxito de las ECA no había mejorado en las últimas décadas y que los molares presentaban tasas de supervivencia bajas (odds ratio = 1,26) en comparación con los dientes no molares. La preservación de la pulpa vital ayuda a conservar las funciones propioceptivas, reparadoras, de sensibilidad dental (inervación), vascularización y amortiguación que proporciona la pulpa vital y que contribuyen a la protección frente a estímulos nocivos. La terapia de pulpa vital se realiza normalmente en pacientes jóvenes con exposición traumática, cariosa o mecánica de la pulpa sin signos de patología periapical. La amputación pulpar o pulpotomía se define como un procedimiento en el que se extirpa una parte de una pulpa vital expuesta, normalmente como medio para preservar la vitalidad y la función de la parte restante. La pulpotomía coronal se ha considerado un tratamiento definitivo para tratar exposiciones pulpares cariosas en dientes primarios y dientes permanentes jóvenes inmaduros, así como en el tratamiento de exposiciones pulpares traumáticas en dientes maduros con signos de pulpitis reversible. En adultos, puede realizarse para el tratamiento de urgencia del dolor dental antes de la ECA. Se ha propuesto que la edad podría ser un factor limitante para determinar el éxito de la terapia pulpar vital en dientes permanentes con exposiciones cariosas. Sin embargo, en estudios recientes se han observado tasas de éxito que oscilan entre el 82% y el 95% utilizando materiales de restauración modernos en dientes permanentes maduros, lo que sugiere que la pulpotomía puede ser una alternativa útil a la ECA en adultos. (11)

### **Posición actual AAE**

## **Consideraciones diagnósticas**

Las técnicas de terapia pulpar vital (TPV) son medios para preservar la vitalidad y la función de la pulpa dental tras una lesión provocada por traumatismos, caries o procedimientos de restauración. Los procedimientos de TPV han incluido tradicionalmente el recubrimiento pulpar indirecto o directo y la pulpotomía parcial o completa.

Durante años, la TPV se centró en la conservación de la pulpa radicular en dientes adultos inmaduros, con el fin de garantizar la finalización de la formación de la raíz (apexogénesis). Hoy en día, el enfoque de la VPT es más amplio; los profesionales pueden tener opciones de tratamiento a considerar distintas de la pulpectomía o el tratamiento de conductos radiculares (RCT) en dientes maduros, incluidos los dientes que anteriormente se pensaba que tenían pulpas irreversiblemente inflamadas. Esta declaración de posición aborda las consideraciones diagnósticas, el tratamiento de la caries, el tratamiento pulpar, la colocación de biomateriales y la restauración. La intención de los autores es considerar la terapia pulpar vital desde la perspectiva de la práctica de la endodoncia especializada.

Un principio básico de la odontología clínica es que el tratamiento se recomienda y se lleva a cabo tras la formulación de un diagnóstico sólido. Esto se ha considerado de especial relevancia cuando había que plantearse una terapia pulpar vital. La terminología diagnóstica actual de la AAE asigna una pulpa vital a una de tres categorías: "normal", "pulpitis reversible" o "pulpitis irreversible" (que puede ser sintomática o asintomática).

Tradicionalmente, la designación de un diagnóstico pulpar se basa en la consideración por parte del clínico de los antecedentes de dolor del paciente y en las

pruebas clínicas adecuadas para evaluar el estado de la pulpa, incluida la aplicación de estímulos fríos y pruebas pulpares eléctricas.

La respuesta provocada primaria a la prueba de sensibilidad pulpar, que indica una inflamación pulpar más grave, se describe como una respuesta exagerada y "persistente" al estímulo frío, con los patomecanismos subyacentes de la sensibilización de la fibra C y la hipersensibilidad inducida por la inflamación. Además de estas pruebas de sensibilidad pulpar, las pruebas de percusión pueden inferir las condiciones pulpares de la presencia de periodontitis apical sintomática; con la presencia de dolor a la percusión, es decir, alodinia mecánica, se considera que la pulpa se encuentra en un estado irreversiblemente inflamado. Se recomienda realizar radiografías intraorales de calidad diagnóstica de los dientes sospechosos para evaluar con precisión la extensión de la formación radicular y otros cambios concomitantes de los tejidos duros. Históricamente, ha existido la creencia generalizada de que, incluso en conjunto, los resultados de las pruebas clínicas no se correlacionan bien con las descripciones histológicas del estado pulpar.

### **Nueva terminología diagnóstica para la pulpitis**

Tradicionalmente, la identificación de pulpitis reversible/irreversible dependía de la descripción subjetiva de los síntomas del paciente y de las pruebas de sensibilidad pulpar. Sin embargo, la simple forma dicotómica de describir la pulpa vital inflamada como pulpitis reversible o irreversible no coincide con la comprensión actual de la biología pulpar y la respuesta defensiva del complejo pulpar. Con evidencia histológica que muestra que no hay un límite discreto que haría que una pulpa esté irreversiblemente inflamada e irreparable, puede ser mejor considerar la pulpitis como una enfermedad graduada temporal y espacialmente. La comprensión

contemporánea de la inflamación y curación pulpar ha llevado a llamados a revisar la nomenclatura diagnóstica existente. Wolters y colaboradores ampliaron la clasificación de pulpitis basada en los síntomas del paciente y el posible cuadro histológico y los relacionaron con diferentes modalidades de VPT. Las nuevas terminologías diagnósticas propuestas pueden guiar a los médicos en la elección de opciones terapéuticas más conservadoras al tratar a pacientes con inflamación pulpar inducida por caries. (14)

### **Estado de la pulpa, Síntomas clínicos, Imagen histológica, Tratamiento sugerido**

Pulpitis inicial, Respuesta intensificada pero no prolongada a las pruebas térmicas. Sin dolor espontáneo ni sensibilidad a la percusión., Inflamación local limitada confinada a la pulpa coronal, Recubrimiento pulpar indirecto

Pulpitis leve, Mayor respuesta persistente a pruebas térmicas que duran hasta 20 segundos. Sin dolor espontáneo pero posible sensibilidad a la percusión., Inflamación local limitada confinada a la pulpa coronal, Recubrimiento pulpar indirecto

Pulpitis moderada, Respuesta fuerte, intensificada y prolongada a las pruebas térmicas que pueden durar minutos. Dolor sordo espontáneo que se controla con analgésicos. Posiblemente sensible a la percusión., Inflamación local extensa confinada a la pulpa coronal, Pulpotomía coronal parcial/total

Pulpitis severa, Clara reacción de dolor a estímulos térmicos. Dolor agudo o sordo espontáneo intenso con alivio limitado con analgésicos. Muy sensible a la percusión., Inflamación local extensa de la pulpa coronal que posiblemente se extienda a los conductos radiculares., Pulpotomía coronal completa si se puede lograr la hemostasia. Si persiste el sangrado de los muñones pulpares, se elimina más tejido

inflamado de los conductos. Si el sangrado persiste, se realiza una pulpectomía completa.

<b>Estado de la pulpa</b>	<b>Síntomas clínicos</b>	<b>Imagen histológica</b>	<b>Tratamiento sugerido</b>
Pulpitis inicial	<p>Respuesta intensificada pero no prolongada a las pruebas térmicas.</p> <p>Sin dolor espontáneo ni sensibilidad a la percusión.</p>	Inflamación local limitada confinada a la pulpa coronal	Recubrimiento pulpar indirecto
Pulpitis leve	<p>Mayor respuesta persistente a pruebas térmicas que duran hasta 20 segundos.</p> <p>Sin dolor espontáneo pero posible sensibilidad a la percusión.</p>	Inflamación local limitada confinada a la pulpa coronal	Recubrimiento pulpar indirecto
Pulpitis moderada	<p>Respuesta fuerte, intensificada y prolongada a las pruebas térmicas que pueden durar minutos.</p> <p>Dolor sordo espontáneo que se controla con analgésicos. Posiblemente sensible a la percusión.</p>	Inflamación local extensa confinada a la pulpa coronal	Pulpotomía coronal parcial/total

Pulpitis severa	<p>Clara reacción de dolor a estímulos térmicos.</p> <p>Dolor agudo o sordo espontáneo intenso con alivio limitado con analgésicos.</p> <p>Muy sensible a la percusión.</p>	<p>Inflamación local extensa de la pulpa coronal que posiblemente se extienda a los conductos radiculares.</p>	<p>Pulpotomía coronal completa si se puede lograr la hemostasia. Si persiste el sangrado de los muñones pulpares, se elimina más tejido inflamado de los conductos. Si el sangrado persiste, se realiza una pulpectomía completa.</p>
-----------------	---	--	---

*Tabla: Clasificación diagnóstica propuesta de la pulpa vital inflamada y opciones de tratamiento sugeridas (14)*

### **Tratamiento de caries**

La eliminación completa de la caries es esencial para eliminar los tejidos infectados y visualizar con aumento las condiciones del tejido pulpar cuando se producen exposiciones pulpares. La caries residual compromete las observaciones necesarias de los niveles de inflamación pulpar y las áreas de necrosis potencial. En consecuencia, no debe realizarse un tratamiento predecible del tejido pulpar vital sin la eliminación completa tanto del esmalte desmineralizado como de la dentina infectada.

La dentina dura o firme y la dentina situada debajo de las lesiones de esmalte con manchas blancas está infectada por bacterias tanto en las lesiones activas como en las detenidas. Concretamente, los estudios histobacteriológicos han demostrado sistemáticamente la presencia de infiltrados celulares inflamatorios crónicos e inflamación pulpar subclínica en los lugares donde se retienen los tejidos cariosos, lo que puede comprometer la vitalidad pulpar. Además, la adhesión de las resinas adhesivas a la dentina sana ha demostrado una mayor resistencia a la microtracción

en comparación con la dentina afectada por la caries. El uso de detectores de caries o de fluorescencia láser durante la eliminación de la caries puede ser un complemento útil para ayudar al clínico a eliminar los tejidos enfermos, especialmente cuando se encuentran cerca de la cavidad pulpar. Por lo tanto, el clínico puede centrarse en la eliminación completa de la dentina infectada desmineralizada, en lugar de evitar la exposición pulpar, para mejorar las posibilidades de reparación pulpar. Los detectores pueden crear un estándar objetivo para todos los clínicos durante la eliminación de la caries sin depender exclusivamente de la filosofía clínica o del juicio subjetivo.

### **Uso del hipoclorito sódico**

El hipoclorito de sodio es una solución antimicrobiana que proporciona hemostasia, desinfección de la interfase dentinopulpar, eliminación del biofilm, eliminación química del coágulo sanguíneo y la fibrina, y eliminación de las virutas dentinarias junto con las células dañadas en el lugar de la exposición mecánica. El examen con lupa de los tejidos pulpares después de la exposición es un paso crítico en la evaluación pulpar. La hemorragia debe controlarse para permitir la evaluación clínica de los niveles inflamatorios e identificar posibles tejidos necróticos que requieran eliminación antes de la aplicación de un biomaterial adecuado. La hemostasia del tejido pulpar se consigue normalmente bañando el tejido pulpar resecaado en hipoclorito sódico durante 5 a 10 minutos, aunque las duraciones recomendadas pueden variar, ya sea mediante irrigación pasiva directa o en una bolita de algodón impregnada de hipoclorito sódico.

Aunque existen varias opciones hemostáticas, el hipoclorito de sodio puede utilizarse de forma segura en contacto directo con el tejido pulpar en diversas concentraciones, desde soluciones diluidas hasta la concentración total del frasco, sin comprometer la

integridad de la pulpa. No se ha demostrado que el hipoclorito de sodio altere negativamente el reclutamiento de células pulpares, la citodiferenciación y la deposición de tejido duro. El hipoclorito sódico también elimina las manchas de los composites, lo que constituye un problema estético.

### **Uso de materiales contemporáneos en el VPT**

Los cementos de silicato cálcico (CSC) han cobrado impulso para su uso en procedimientos de terapia pulpar vital (TPV). Los CSC son una clase de materiales que incluyen silicatos tricálcicos, silicatos dicálcicos, cementos hidráulicos de silicato cálcico y "biocerámicas". Los resultados clínicos han demostrado un éxito consistente con estos materiales y el agregado de trióxido mineral (MTA) es uno de los muchos silicatos tricálcicos ampliamente utilizados y el más ampliamente estudiado. Cuando el MTA y otros CSC se utilizan para procedimientos VPT en dientes permanentes con pulpitis irreversible sintomática o asintomática, las tasas de éxito oscilan entre el 85-100% a 1-2 años

Los efectos inmunomoduladores de la nueva generación de biomateriales aportan un beneficio añadido y muy necesario a sus propiedades biocompatibles, osteogénicas y bioactivas. La formación de barreras mineralizadas utilizando CSC muestra una calidad mejorada con respecto a los materiales basados en hidróxido de calcio.

### **Colocación inmediata de material de restauración permanente**

La restauración de los dientes es un paso fundamental en los procedimientos endodónticos. La restauración inmediata debe formar parte del plan de tratamiento restaurador de un diente que se somete a un tratamiento VPT. Los dientes que se someten a un TPV utilizando CSC como material de sellado primario y se restauran inmediatamente con una restauración a largo plazo tienen un alto índice de éxito.

Aunque los estudios han mostrado cierto éxito con la restauración final retrasada a corto y medio plazo, las evaluaciones a largo plazo han demostrado que un intervalo de tiempo mínimo entre la colocación de una restauración de base después del tratamiento de la pulpa vital es un fuerte predictor de resultados satisfactorios. Las ventajas indicadas de la restauración inmediata incluyen la prevención de microfiltraciones, la protección de la capa de biomaterial, la reducción de la sensibilidad postoperatoria y la conductividad térmica, y el establecimiento de una base para la restauración de cobertura cuspal en caso necesario. No se han indicado repercusiones negativas de la restauración inmediata de los dientes. (12)

### **Ventajas TPV**

La pulpectomía completa y la RCT (tratamiento convencional de endodoncia) de dientes permanentes maduros vitales con pulpitis irreversible o exposición pulpar cariada se pueden considerar como un procedimiento profiláctico para prevenir una mayor infección pulpar y el posterior desarrollo de periodontitis apical (PA). No hay duda de que una RCT realizada correctamente puede lograr altas tasas de éxito. Desafortunadamente, estudios transversales de todo el mundo han demostrado que hasta el 40% de los dientes obturados radicularmente son técnicamente inadecuados con PA persistente. El manejo de la pulpitis irreversible en dientes permanentes maduros con pulpotomía podría tener potencialmente una serie de ventajas sobre la RCTx convencional: i) el procedimiento de tratamiento es técnicamente menos desafiante, evitando las complicaciones asociadas con la difícil anatomía del conducto radicular; ii) preserva la sensación propioceptiva del diente; iii) la respuesta inmune biológica del tejido pulpar retenido puede prevenir la infección del área apical; iv) se conserva el potencial regenerativo y reparador de la pulpa; v) se mantiene la integridad estructural del diente, disminuyendo el riesgo de fractura; vi) hay una

reducción significativa del dolor y la incomodidad para el paciente; y vii) ahorra tiempo y costos tanto para el paciente como para los sistemas de salud pública.

Una posible preocupación después de una pulpotomía completa en dientes permanentes maduros es la aparición de obliteración del canal pulpar que conduce a la PA. Sin embargo, el desarrollo de PA en dientes permanentes pulpotomizados es una secuela de la infección pulpar, ya sea debido a la microfiltración de la restauración coronal o a la desinfección incompleta de la pulpa durante el procedimiento de pulpotomía, y no debido a la obliteración del canal pulpar en sí. La calcificación del canal en dientes pulpotomizados sin infección pulpar no conducirá a PA y no debería requerir una intervención de tratamiento adicional. (14)

## **Tratamiento**

A pesar de sus limitaciones, el diagnóstico preoperatorio de pulpitis basado en signos y síntomas clínicos y la respuesta a pruebas de sensibilidad pulpar puede servir como una guía inicial para elegir la mejor opción terapéutica para dientes permanentes maduros con inflamación pulpar. El cambio radical en las opciones de tratamiento disponibles es que la pulpotomía completa ahora está indicada incluso para dientes maduros con síntomas típicos de pulpitis irreversible (dolor intenso espontáneo o continuo con respuestas persistentes exageradas a las pruebas de sensibilidad). Además, la pulpotomía completa también se puede realizar en dientes maduros vitales con signos de AP (dolor a la percusión) o con lesiones periapicales en la radiografía. Las exposiciones pulpares cariadas en dientes maduros vitales sin signos y síntomas de pulpitis irreversible o AP se pueden tratar inicialmente de forma aún más conservadora con pulpotomía parcial, progresando a pulpotomía completa si no

se logra la hemostasia. Sin embargo, la VPT está contraindicada en dientes maduros diagnosticados con necrosis pulpar (confirmada por una respuesta negativa a las pruebas de sensibilidad o intraoperatoriamente por la falta de sangrado pulpar).

La pulpotomía es un procedimiento mínimamente invasivo mediante el cual se elimina el tejido pulpar inflamado/enfermo de la cámara pulpar coronal del diente, dejando tejido pulpar sano que se reviste con un biomaterial dental que mantiene la vitalidad pulpar y promueve la reparación. El procedimiento puede ser parcial (se eliminan de 2 a 3 mm de la pulpa coronal) o pulpotomía completa (se elimina toda la pulpa coronal). En dientes permanentes maduros, la pulpotomía coronal se ha informado con éxito como un procedimiento de alivio del dolor de emergencia antes del tratamiento del conducto radicular. Sin embargo, con el desarrollo de materiales bioactivos y una biocompatibilidad mejorada, la pulpotomía se ha vuelto a investigar como un tratamiento definitivo de los dientes permanentes con pulpitis (13)

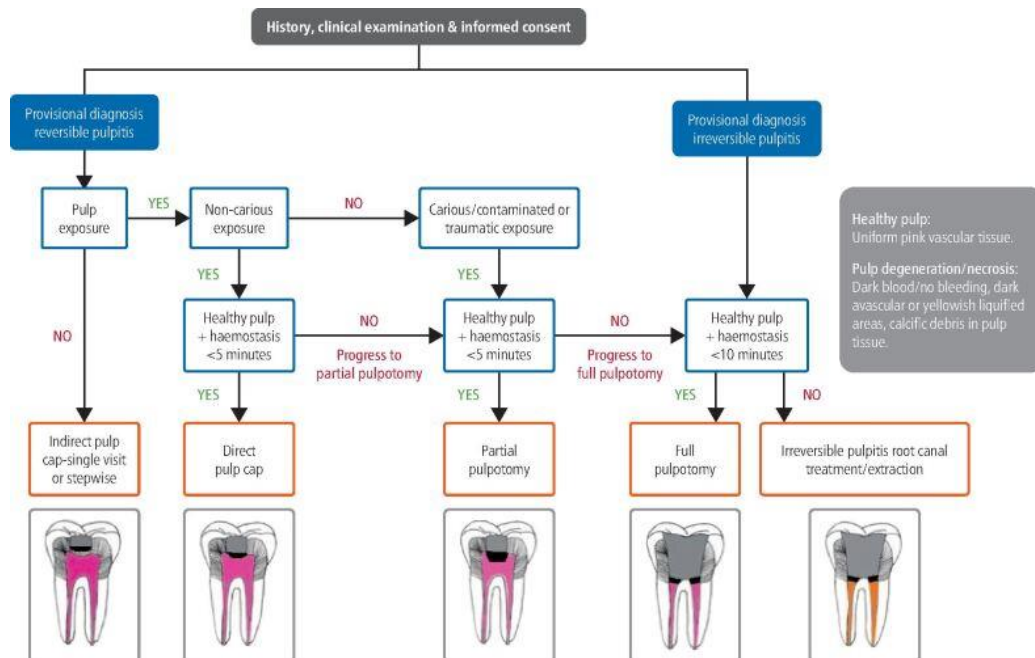


Figura: Flujo de decisiones para la pulpa vital inflamada en dientes permanentes maduros (14)

## **Técnica operatoria aséptica**

Los resultados exitosos de la pulpotomía dependen del estricto cumplimiento de una técnica quirúrgica aséptica. Estas medidas incluyen: i) aislamiento obligatorio con dique de goma; ii) desinfección preoperatoria de la corona antes de la excavación de la caries con clorhexidina (CHX) al 2% o hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5%; iii) minimizar la contaminación bacteriana adicional de la pulpa mediante la eliminación de todos los tejidos cariados, comenzando en la periferia de la cavidad y luego progresivamente sobre el techo de la cámara pulpar; y iv) uso obligatorio de una fresa estéril nueva (diferente de la fresa de excavación de caries) al destechar la cámara pulpar.

## **Amputación pulpar y hemostasia**

Los resultados de la pulpotomía dependen de la gravedad de la inflamación pulpar y de la capacidad de obtener hemostasia después de la eliminación del tejido inflamado. Una vez que la pulpa está expuesta, el lavado de la cavidad con CHX o NaOCl puede minimizar la carga bacteriana y evitar el alojamiento de restos dentinarios en el tejido pulpar. La amputación pulpar debe realizarse con una fresa rotatoria estéril de alta velocidad bajo abundante irrigación con agua. Otro paso crítico después de la exposición pulpar es la evaluación intraoperatoria de la vitalidad pulpar. La visualización directa del tejido pulpar (preferiblemente con aumento) durante y después de la hemostasia no solo proporciona información diagnóstica adicional sobre el grado de inflamación pulpar, sino que también puede ayudar a identificar posibles tejidos necróticos que requieren eliminación antes de la aplicación del medicamento para pulpotomía. La pulpa vital sana se presentará como tejido vascular de color rojo uniforme, mientras que la pulpa necrótica no vital se presenta como tejido

avascular oscuro con sangrado mínimo o como áreas licuadas amarillentas o con restos calcificados incrustados en el tejido pulpar.

La hemostasia y la desinfección del tejido pulpar resecado se logra colocando una torunda de algodón estéril con NaOCl sobre la pulpa amputada o mediante irrigación pasiva con NaOCl. Se puede utilizar NaOCl en concentraciones que van del 0,5 al 5 % en contacto directo con los tejidos pulpares sin comprometer el reclutamiento de células pulpares, la citodiferenciación y la formación de dentina reparadora. Además de los efectos hemostáticos, el NaOCl también desinfecta la interfaz dentina-pulpa y elimina las biopelículas adherentes. Aunque se ha utilizado solución salina fisiológica en lugar de NaOCl para la hemostasia, carece de propiedades desinfectantes, lo que posiblemente dé como resultado peores resultados en comparación con la hemostasia con NaOCl.

Según Awawdeh L, et al. 2018, la hemostasia se consiguió utilizando hipoclorito sódico al 5% durante 3 minutos. Una vez detenida la hemorragia, se colocó material de recubrimiento sobre la pulpa expuesta. Si no se detenía la hemorragia en otros 3 minutos, ello indicaba que no se había eliminado completamente la pulpa inflamada. En estos casos, se realizó una pulpotomía completa antes de sellar. BD y WMTA se prepararon de acuerdo con las instrucciones del fabricante y se utilizaron para rellenar la mitad de la cavidad. (15)

Además, Taha NA, et al. 2019, La hemostasia se consiguió mediante la aplicación de un algodón humedecido con NaOCl al 2,5% durante 2 min con un algodón seco encima y repetido si era necesario hasta 6 min; se registró el tiempo de sangrado. Biodentine™ se mezcló siguiendo las instrucciones del fabricante y se colocó en una

capa de 2-3 mm por encima del tejido pulpar utilizando un soporte de amalgama y se empaquetó suavemente utilizando un condensador. (16)

El tiempo necesario para lograr la hemostasia después de la amputación pulpar se ha utilizado como un indicador del grado de inflamación pulpar y como un factor pronóstico para el éxito del procedimiento de VPT. Sin embargo, un estudio retrospectivo que investigó el "tiempo para detener el sangrado" después de la pulpotomía en dientes maduros vitales con exposición pulpar cariada concluyó que el tiempo de sangrado no tuvo efecto en los resultados del tratamiento y los estudios clínicos han informado resultados exitosos para tiempos de sangrado que van desde 1 a 25 minutos. Revisiones recientes sugieren que la duración del sangrado puede no ser un verdadero indicador del estado inflamatorio pulpar y, por lo tanto, lograr una hemostasia inmediata no necesita ser un factor determinante para los resultados exitosos de la pulpotomía. Sin embargo, el sangrado persistente más allá de los diez minutos, a pesar de los intentos de hemostasia, debe considerarse como una contraindicación para la pulpotomía en dientes permanentes maduros y la RCTx o la extracción deben ser preferidas en estos casos. (14)

Si la eliminación de caries da como resultado una exposición de la pulpa o el paciente tiene síntomas de pulpitis irreversible, entonces el tejido pulpar debe examinarse con una gran lupa e iluminación para determinar la vascularidad y la perfusión, así como la cantidad de sangrado. Los tejidos avasculares aparecen pálidos o muy oscuros y deben eliminarse. La pulpa sana aparecerá uniforme y rosada. Se espera que haya algo de sangrado de una pulpa vital, pero un sangrado oscuro o profuso indica una inflamación grave. Luego se utiliza NaOCl diluido o de concentración completa para enjuagar suavemente la pulpa, o se coloca una bolita de algodón saturada con NaOCl en el sitio. El NaOCl sirve para desinfectar los tejidos, eliminar la biopelícula y las

virutas de dentina y lograr la hemostasia. Después de dos a diez minutos de exposición al NaOCl, se observa nuevamente la pulpa para determinar si el sangrado está controlado. Si la pulpa parece sana una vez lograda la hemostasia, entonces se debe realizar un recubrimiento pulpar directo con un CSC que cubra al menos 1,5 mm de espesor y extensión sobre la dentina, seguido de un revestimiento como un ionómero de vidrio modificado con resina (RMGI) y una restauración inmediata. Algunos CSC de fraguado rápido permiten la unión directa al material sin necesidad de colocar un revestimiento.

Si la pulpa es avascular o el sangrado no se controla con NaOCl, entonces la porción degenerada o inflamada del tejido pulpar debe ser removida hasta un nivel saludable en un procedimiento de pulpotomía parcial. Usando una pieza de mano de alta velocidad con una fresa de diamante estéril e irrigación adecuada, se amputa aproximadamente 1-3 mm de tejido pulpar o hasta que se elimine todo el tejido necrótico. Esto puede incluir tejido solo en el sitio de exposición o puede requerir destechar la cámara pulpar restante. El paso de NaOCl se repite durante 2-10 minutos y luego se observa nuevamente el tejido. Si el sangrado está controlado, entonces se colocan al menos 1,5-3 mm de CSC sobre el tejido pulpar restante y se extiende sobre la dentina adyacente, y se restaura el diente como en el procedimiento de recubrimiento pulpar directo.

Si no se controla el sangrado después de una pulpotomía parcial, se realiza una pulpotomía completa retirando el tejido pulpar de la cámara con una fresa de diamante de alta velocidad hasta el nivel del orificio del conducto. Se repiten los procesos de NaOCl y de observación. Si se controla el sangrado en el muñón pulpar, se coloca

CSC sobre los orificios del conducto y el piso de la cámara, seguido de un revestimiento y una restauración adherida inmediata. Si no se logra la hemostasia, se recomienda iniciar la pulpectomía. (15)

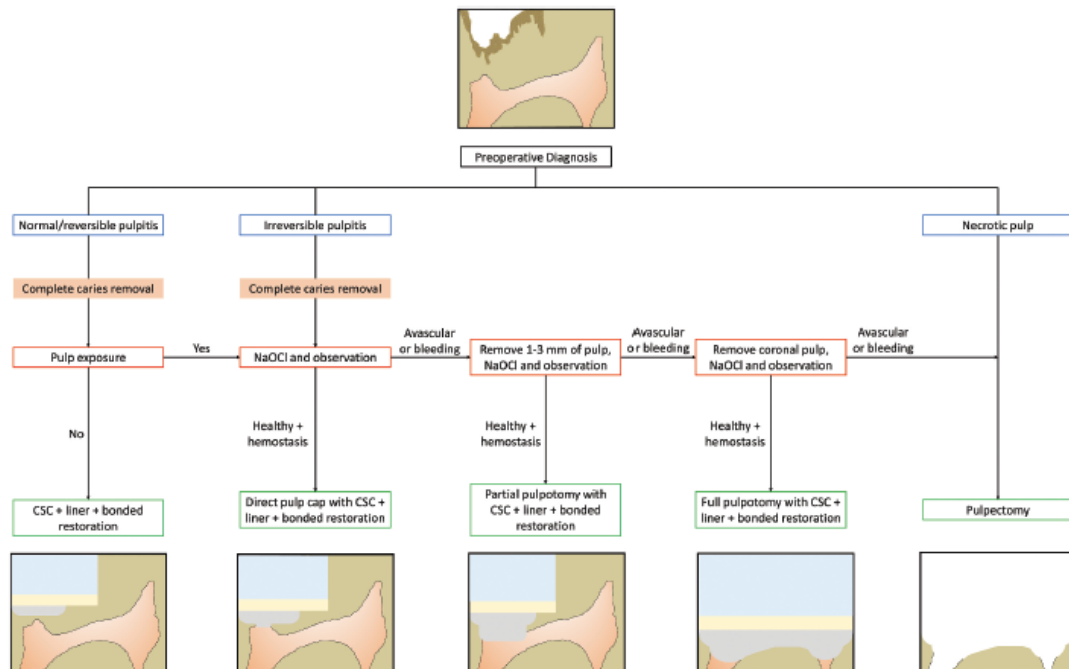


Figura: Diagrama de flujo de los procedimientos de terapia pulpar vital (15)

### Medicamento para pulpotomía y restauración coronal

Probablemente el factor más crítico para lograr resultados favorables de pulpotomía es el sellado adecuado del tejido pulpar remanente con el medicamento bioactivo y una restauración coronal definitiva. Una vez que se logra la hemostasia, se deben adaptar 2-3 mm de un CSC hidrófilo directamente sobre los muñones pulpares, asegurando que no haya porosidad o exceso de cemento en las paredes de la cámara pulpar. También se recomienda la colocación inmediata de una restauración coronal definitiva para prevenir la microfiltración, proteger el medicamento bioactivo, reducir la sensibilidad postoperatoria y establecer la base para la futura restauración de cobertura cuspeada, en caso de ser necesario. Los datos sobre la colocación de coronas de cobertura total en dientes tratados con pulpotomía son limitados, con un

par de estudios que informan que la colocación de coronas en dichos dientes tuvo tasas de éxito más altas en comparación con las restauraciones de resina compuesta o amalgama.

### **Materiales utilizados**

El hidróxido de calcio se ha considerado durante mucho tiempo el gold standard en el tratamiento de TPV. Cada vez hay más pruebas de que los cementos de silicato cálcico (es decir, el MTA) están superando al hidróxido cálcico como material de elección en el tratamiento de la pulpa expuesta, debido a sus superiores propiedades biológicas, mecánicas y de sellado.

Se ha demostrado que los cementos de primera generación basados en cemento Portland, es decir, ProRoot MTA, en comparación con el hidróxido de calcio en el recubrimiento pulpar directo, producen una formación de puentes de dentina histológicamente superior y han mejorado las tasas de éxito a largo plazo.

Sin embargo, el óxido de bismuto, un agente radiopacificador utilizado en ProRoot MTA, induce manchas por oxidación cuando entra en contacto con el colágeno de la dentina, la sangre y el hipoclorito de sodio (NaOCl). Los materiales de segunda generación, como NeoMTA Plus, Biodentine, MTA repair HP y BC Root Repair Material no contienen bismuto para reducir la decoloración dental y presentan mejores características de manipulación con propiedades biológicas similares a las del MTA.

(16)

Nowicka et al demostraron cómo los puentes dentinarios reparadores dependen del material utilizado. El Biodentine y el MTA dieron lugar a los mayores volúmenes tras la radiografía de haz cónico. Según Kang et al, las tasas de éxito de RetroMTA, Ortho MTA y ProRoot MTA no difirieron y son indistinguibles, y estos resultados indican que

la pulpotomía podría realizarse con una alta tasa de éxito con todos los biomateriales evaluados. Bonte et al, mostraron cómo no hay diferencia estadística entre el  $\text{Ca(OH)}_2$  y el MTA, pero el MTA produjo una mejor cicatrización de la dentina, la apexificación utilizando MTA podría dar mejores resultados que el  $\text{Ca(OH)}_2$  .(15)

La TPV puede tener una alta tasa de éxito, en particular cuando se elimina el irritante, y se considera exitosa en muchos casos. La eliminación de la parte inflamada no recuperable de la pulpa dental a través de una pulpotomía parcial o completa en lugar de simplemente cubrir la exposición es esencial en pacientes con signos y síntomas clínicos de pulpitis irreversible. Este enfoque ha sido eficaz cuando se emplean agregados de trióxido mineral (MTA) y mezclas enriquecidas con calcio (CEM).

Se ha realizado un estudio sobre los resultados de la pulpotomía completa con Biodentine en dientes permanentes adultos con exposición a caries y signos clínicos de pulpitis irreversible. Los resultados del estudio destacan el éxito de este enfoque de pulpotomía, especialmente cuando los pacientes fueron seleccionados en función del tiempo necesario para lograr la hemostasia en lugar de confiar únicamente en los síntomas clínicos. Una pulpotomía completa elimina toda la pulpa coronal mientras se mantiene la salud de la porción radicular restante, lo que aumenta las posibilidades de eliminar el tejido infectado o irreversiblemente inflamado. La capacidad de controlar el sangrado después de la amputación del tejido pulpar infectado es un marcador del grado de inflamación y el potencial de curación del tejido pulpar restante, lo que influye en la elección entre pulpotomía parcial y completa.

La investigación sugiere que la pulpotomía completa con Biodentine puede tratar con éxito los dientes permanentes maduros con signos y síntomas clínicos de pulpitis irreversible. En el seguimiento de 6 meses, el 98,4% de los casos mostraron éxito

clínico y radiográfico. El éxito del tratamiento clínico aumentó al 100% en el seguimiento de 12 meses. Estos hallazgos sugieren que este enfoque mínimamente invasivo puede ser una alternativa adecuada al tratamiento de conductos radiculares convencional. (17)

### **Resultados de TPV**

El objetivo general de la terapia pulpar vital es preservar la vitalidad y funcionalidad del complejo dentinopulpar en un diente que ha sufrido caries, exposición pulpar iatrogénica o una lesión traumática, y que ha sido diagnosticado clínicamente de pulpitis reversible. El objetivo último del tratamiento es promover el crecimiento y la maduración de la raíz inmadura y preservar así la dentición natural en pacientes jóvenes. Los protocolos clínicos actuales se basan en el concepto de la regulación ascendente de la actividad funcional de los odontoblastos primarios para producir dentinogénesis reaccionaria en el recubrimiento pulpar indirecto y el reclutamiento y diferenciación de células madre/progenitoras postnatales en la pulpa vital no infectada en células secundarias similares a los odontoblastos para producir dentinogénesis reparadora en el recubrimiento pulpar directo y la pulpotomía. Los factores bioactivos de crecimiento/diferenciación integrados en la matriz de la dentina son capaces de estimular a los odontoblastos primarios y a las células madre/progenitoras de la pulpa dental para producir dentina reactiva y reparadora, respectivamente. Se requiere una interacción coordinada entre la vaina radicular epitelial de Hertwig y la papila apical para promover la apexogénesis.

Son muchos los factores que pueden afectar al resultado de la terapia pulpar vital, como la edad de los pacientes, la fase de desarrollo del diente, la gravedad del daño pulpar, el potencial regenerativo de la pulpa y las microfiltraciones de los materiales

de recubrimiento. Sin embargo, el control de la infección parece desempeñar el papel más importante en la terapia pulpar vital.

La tasa de resultados en tratamiento de la pulpa vital en dientes permanentes con exposición pulpar cariosa mostró que las tasas de éxito tras un seguimiento de 3 años eran del 72,9% para el recubrimiento pulpar directo y de hasta el 99,4% para la pulpotomía. Por lo tanto, los dientes inmaduros parecen tener mejores resultados de tratamiento que los dientes maduros, presumiblemente debido a una mayor respuesta inmunológica y reparadora proporcionada por un ápice abierto. (16)

### **Medidas de evaluación de resultados y duración de seguimiento (17)**

Según la declaración de posición de la ESE, se debe hacer un seguimiento clínico y radiográfico de 15 dientes sometidos a pulpotomía a los 6 meses después del procedimiento y anualmente durante un máximo de 5 años. Se considera que el diente tratado tiene un resultado exitoso si:

En la pulpotomía parcial, hay una respuesta positiva a las pruebas de frío y EPT; sin embargo, un diente con pulpotomía completa podría no responder.

- Ausencia de signos y síntomas de pulpitis reversible o irreversible.
- Ausencia de hinchazón o trayecto sinusal.
- Ausencia de movilidad dental anormal.
- Formación continua de raíces para dientes inmaduros.
- Radiográficamente no hay signos de reabsorción radicular interna y/o externa.
- Ausencia de nueva patosis periapical y curación de la patosis periapical si estaba presente antes de la operación.

Las tasas de éxito agrupadas ponderadas de la pulpotomía parcial se calcularon como 97,6 %, 97,5 %, 97,6 % y 99,4 % a > 6 meses–1 año, > 1–2 años, > 2–3 años y > 3 años respectivamente. Brodén et al. informaron que las tasas de éxito indicadas en seis de los estudios incluidos fueron del 89 al 100 % a los 12–140 meses de seguimiento. El metanálisis realizado por Elmsmari et al. reveló una tasa de éxito del 98 %, 96 % y 92 % a los 6 meses y a 1 y 2 años de seguimiento.

Las tasas de éxito ponderadas agrupadas de pulpotomía completa calculadas por Aguilar y Linsuwanont fueron 94%, 94,9%, 96,9% y 99,3% a > 6 meses–1 año, > 1–2 años, > 2–3 años y > 3 años respectivamente. Alqaderi et al. informaron que la tasa de éxito media ponderada a 1 año fue del 94% y la tasa de éxito media ponderada a 2 años fue del 92%. Las tasas de éxito clínico y radiográfico promedio fueron del 97,4% y 95,4% a los 12 meses de seguimiento, y del 93,97% y 88,39% a los 36 meses de seguimiento. (19)

Se observaron pocas desventajas y desventajas negativas de VPT con algunos de los materiales utilizados actualmente. El uso de hidróxido de calcio se asoció con algunas desventajas como la incapacidad de matar *Enterococcus faecalis* en la dentina, la incapacidad de adherirse a la dentina correctamente, la disolución con el tiempo y la incapacidad de proporcionar un sello de microfiltración con el tiempo. Con el uso de MTA, se observó decoloración de los dientes con el uso de MTA gris o blanco debido a la interacción química del óxido de bismuto con el colágeno de la dentina. Además, se observó que, en la evaluación a largo plazo de los dientes sometidos a VPT, se puede ver la obliteración completa del espacio pulpar, lo que hace que el tratamiento del conducto radicular sea más complejo cuando sea necesario en el futuro (20)

## **Posibles complicaciones y fracaso del tratamiento tras TPV.**

El fracaso del tratamiento y las complicaciones posteriores a la pulpotomía en dientes con pulpitis irreversible pueden incluir necrosis pulpar y periodontitis apical, fractura de la raíz cervical en dientes jóvenes y calcificación del conducto radicular. La necrosis pulpar en dientes tratados con VPT puede ser el resultado de una desinfección pulpar incompleta, un diagnóstico inexacto del estado pulpar o microfiltración de la restauración coronal. Los fracasos tempranos dentro de los primeros 6 meses generalmente reflejan una evaluación inexacta del estado inflamatorio de la pulpa donde la pulpa se infectó e inflamó sin posibilidad de reparación; esto resalta el hecho de que no todos los dientes en los que se logra la hemostasia después de la VPT tendrán éxito. Por el contrario, los fracasos tardíos generalmente reflejan una reinfección del espacio pulpar a través de una restauración con fugas o fracturada.

La calcificación completa del canal pulpar generalmente no es una preocupación después de una pulpotomía y algunos estudios informan un estrechamiento del canal. Sin embargo, esta evaluación se realiza a partir de una radiografía bidimensional donde la angulación del haz de rayos X y la superposición de las raíces dificultan una evaluación precisa. La formación del puente dentinario se puede observar en algunos casos bajo una pulpotomía parcial o total, y esto es lo que buscamos en VPT, estimular la dentina reparadora que sellará la herida pulpar. En caso de un fracaso futuro del tratamiento, la reubicación de los canales generalmente no es una preocupación considerando el armamento de última generación y la magnificación en la práctica endodóncica actual. (21)

## **Metodología**

La revisión sistemática y el metaanálisis se ajustaron a las directrices según Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020. Se utiliza el marco referencial PICO para abordar la pregunta de investigación con su objetivo general y específico.

## **Pregunta investigación**

Población: Pacientes con diagnóstico compatible con pulpitis irreversible sintomática

Intervención: Terapia pulpar vital (recubrimiento pulpar directo/RPD, pulpotomía parcial y total)

Comparación: Endodoncia convencional

Resultados: Éxito clínico y radiográfico (preservación de la vitalidad, ausencia de signos y síntomas infecciosos e inflamatorios), comparación de materiales y pronóstico.

*"¿Es eficaz la terapia pulpar vital en dientes permanentes maduros como alternativa al tratamiento endodóntico convencional en pacientes con diagnóstico de pulpitis irreversible sintomática?"*

## **Objetivo:**

Evaluar la eficacia y pronóstico de la evidencia actual sobre TPV, como alternativas a la endodoncia convencional en pacientes con diagnóstico de pulpitis irreversible sintomática, con énfasis en materiales utilizados, tipo de intervención y resultados clínicos y radiográficos

#### Objetivos específicos:

- Determinar el porcentaje de éxito clínico y radiográfica a distintos tiempos de seguimiento.
- Determinar el tiempo de seguimiento adecuado posterior a la TPV en comparación con tratamiento endodóntico convencional.
- Describir las características clínicas, intervenciones y características postoperatorias realizadas durante la terapia pulpar vital, incluyendo el tiempo de hemostasia, el color de la pulpa y el tipo de irrigante utilizado.
- Evaluar la calidad metodológica de los estudios clínicos incluidos.

#### Criterios inclusión

- Estudios clínicos, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, revisiones narrativas y series de casos que incluyan comparación con RCT
- Dientes permanentes maduros con diagnóstico endodóntico de pulpitis irreversible sintomática
- Intervención de terapias pulpares vitales
- Publicados en los últimos 5-10 años
- Seguimiento mínimo: 6 meses
- Idioma inglés, español o portugués

#### Criterios exclusión:

- Estudios clínicos y revisiones en animales, estudios in vitro
- Dientes inmaduros
- Dientes temporales.
- Casos clínicos aislados.

- Estudios que no determinan el diagnóstico pulpar

Tabla de variables

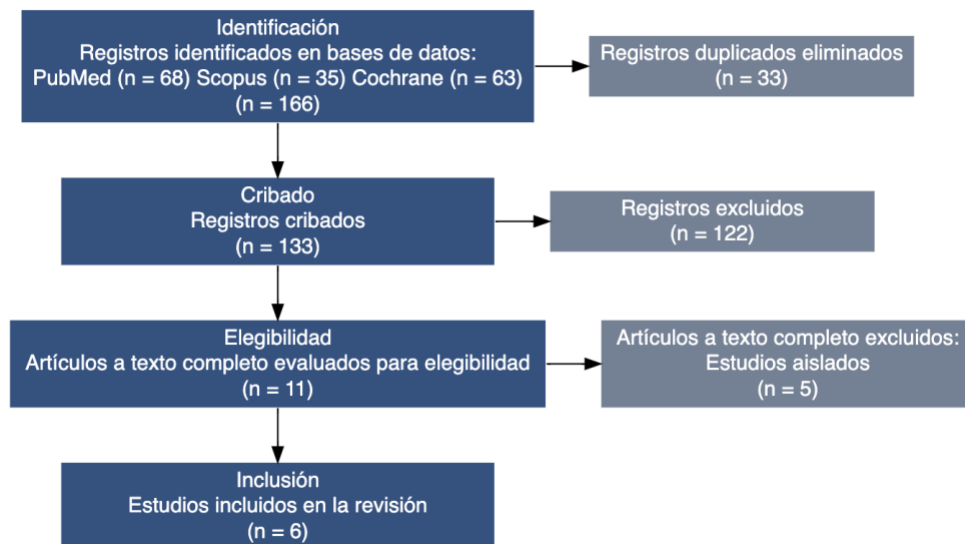
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Clasificación	Nivel de Medición	Valores
<b>Tipo de intervención (TPV)</b>	Procedimientos destinados a preservar la vitalidad y función del tejido pulpar dental mediante técnicas mínimamente invasivas.	Técnica específica empleada para remover el tejido pulpar inflamado (total o parcialmente) y colocar un biomaterial.	Cualitativa, Independiente	Nominal	Pulpotomía total (completa), Pulpotomía parcial.
<b>Material utilizado en TPV</b>	Biocerámicos o cementos de silicato de calcio hidráulicos (HCSCs) con propiedades bioactivas y selladoras.	Marca o tipo de material biocompatible colocado en contacto directo con el tejido pulpar remanente.	Cualitativa	Nominal	iRoot BP Plus, MTA, CEM cement, Biodentine.
<b>Técnica del grupo control</b>	Tratamiento de	Procedimiento	Cualitativa (Control)	Nominal	Tratamiento de

	conductos convencional no quirúrgico (NSRCT) para eliminar totalmente la pulpa dental.	estandarizado de limpieza, conformación y obturación total del sistema de conductos radiculares.			conductos (Endodoncia convencional / RCT).
<b>Tasa de éxito clínico</b>	Ausencia de signos y síntomas patológicos subjetivos y objetivos tras la intervención.	Proporción de casos que no presentan dolor espontáneo, inflamación, fístula o sensibilidad periapical.	Cuantitativa	Razón (Porcentaje)	0% a 100%.
<b>Tasa de éxito radiográfico</b>	Mantenimiento de la integridad de los tejidos periapicales y ausencia de lesiones nuevas o en aumento.	Proporción de dientes que muestran un espacio de ligamento periodontal normal y lámina dura íntegra en radiografía.	Cuantitativa	Razón (Porcentaje)	0% a 100%.

<b>Seguimiento</b>	Período de tiempo transcurrido desde el tratamiento hasta la evaluación final de los resultados.	Intervalos temporales programados para las citas de control clínico y radiográfico (ej. 3, 6, 12, 24 meses).	Cuantitativa	Razón / Intervalo	Meses (6m, 12m, 24m, etc.).
<b>Reintervenciones / Retratamientos</b>	Necesidad de realizar un tratamiento dental adicional debido al fracaso terapéutico de la intervención inicial.	Registro de casos que requirieron tratamiento de conductos o extracción dental tras el fracaso de la pulpotomía.	Cualitativa / Cuantitativa	Nominal / Discreta	Requerido, No requerido; Cantidad de casos.
<b>Dolor postoperatorio</b>	Experiencia subjetiva de molestia o dolor referida por el paciente después del procedimiento.	Puntuación de intensidad del dolor registrada en una escala estandarizada durante los primeros 7 días post-	Cuantitativa	Ordinal / Razón	Escala Visual Análoga (EVA 0-10) o Niveles (Leve, Moderado, Severo).

		operatorio s.			
--	--	------------------	--	--	--

Se desarrolló según las bases de datos Pubmed, Scopus y Cochrane la selección con el fin de registrar el número total de archivos identificados a partir de estas bases y otras fuentes. Junto a lo anterior la creación de Mesh Terms según cada base en específico (3). Se registra un total de 68 artículos Pubmed, 35 artículos Scopus y 63 artículos Cochrane. Se utiliza Rayyan para cribado completo de la investigación.



Esquema: *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses (PRISMA)*

Según el registro inicial, el número de artículos que se eliminaron fueron 33 porque estaban repetidos en varias fuentes.

El cribado total según Títulos y Resúmenes realizado fue de n=133 y se excluyeron n=122 al no cumplir con criterios de investigación.

El número de informes que fueron evaluados en su texto completo fueron n=11, se excluyen artículos que incluyen comparaciones con dientes inmaduros, estudio de

análisis costo-efectividad y Datos de Participantes Individuales para estudio de poblaciones.

Finalmente, los paper incluidos en la investigación para la extracción de datos fueron n=6. Lina Zhu, et al.2024, Nessrin A. et al. 2023, Saeed Asgary. et al. 2022, Arwa S. et al. 2024, Yuanyuan Li. et al. 2024, Ankita Ramani. et al. 2022.

## **Resultados**

### *Tasa de éxito clínico*

Según Taha et al. (2023), La pulpotomía completa utilizando Biodentine mostró una tasa de éxito del 93% (27 de 29 casos) a los 12 meses. Los pacientes reportaron un alivio del dolor más rápido, con un 50% de los casos sin dolor apenas al primer día de la intervención. En contraste con el tratamiento de conductos (RCT) obtuvo una tasa de éxito idéntica del 93%. Sin embargo, la pulpotomía fue superior en términos de satisfacción del paciente, menor costo, menor tiempo operatorio y niveles de dolor significativamente más bajos durante el primer día postoperatorio

En el meta-análisis de Li et al. (2024), determinó que la tasa de éxito clínico combinada de la pulpotomía es del 92.9% en seguimientos superiores a los 24 meses. Para periodos de un año o menos, el éxito clínico se mantuvo consistentemente por encima del 90%. Los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas en las tasas de éxito entre la pulpotomía y el tratamiento de conductos no quirúrgico (NSRCT)

Según Asgary et al. (2022); a los dos años de seguimiento, la pulpotomía completa alcanzó un éxito clínico del 100% tanto en el grupo de MTA como en el grupo de cemento CEM. Todos los molares tratados, excepto uno, se encontraban funcionales

y libres de síntomas al final del estudio. Además, el grupo de RCT mostró una tasa de éxito clínico del 98%

En el análisis de eficacia (pacientes que recibieron el tratamiento planeado), indica Ramani et al. (2022), la pulpotomía completa logró un 97.8% de éxito clínico y la pulpotomía parcial un 97.7% a los 12 meses. Solo se registró un fracaso clínico por dolor persistente en el grupo de pulpotomía parcial. Y aunque el estudio comparó dos técnicas de TPV, señala que el RCT es el tratamiento predeterminado tradicional con éxitos reportados del 96% en casos vitales

En la revisión sistemática, Bafail (2024) encontró que las tasas de éxito de la TPV utilizando cementos de silicato de calcio oscilan generalmente entre el 78% y el 90% en periodos de uno a cinco años. Específicamente al primer año, se reportaron éxitos clínicos de entre el 92% y el 100%. Dos de los artículos analizados en esta revisión afirmaron explícitamente que los resultados de la TPV y el tratamiento de conductos son equivalentes tanto al año como a los cinco años

En el caso de la pulpotomía completa con iRoot BP Plus, Zhu et al. (2024) obtiene una tasa de éxito clínico del 97.3% a los 12 meses. Solo dos casos fallaron debido a dolor persistente que requirió intervención posterior. El grupo de RCT presentó un éxito clínico del 98.6%. No hubo diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos ( $P > 0.05$ ), pero la pulpotomía fue significativamente más económica y rápida (43.5 min vs 112.5 min) que el tratamiento convencional.

#### *Tasa de éxito radiográfico*

En este ensayo Taha et al. (2023) indica tanto la pulpotomía completa con Biodentine como el tratamiento de conductos presentaron una tasa de éxito radiográfico idéntica del 93% (27/29 casos) a los 12 meses. En el grupo de pulpotomía, los 27 dientes

evaluados al año fueron exitosos radiográficamente; por el contrario, en el grupo de RCT, dos casos fallaron debido al desarrollo de una nueva lesión o al aumento de tamaño de una lesión periapical preexistente.

Esta revisión sistemática y meta-análisis de Li et al. (2024), reporta que, para periodos de seguimiento de 12 meses o menos, la tasa de éxito radiográfico combinada de la pulpotomía fue superior al 90%. Sin embargo, al evaluar seguimientos de más de 24 meses, la tasa de éxito radiográfico combinada disminuyó al 78.5%, lo que sugiere una ligera tendencia a la baja en la estabilidad radiográfica a muy largo plazo en comparación con el éxito clínico.

A los dos años de seguimiento, el estudio de Asgary et al. (2022), no encontró diferencias estadísticamente significativas en el éxito radiográfico entre los tres grupos evaluados ( $p=0.544$ ). Las tasas fueron de 98% para el tratamiento de conductos, 100% para la pulpotomía con MTA y 97.9% para la pulpotomía con cemento CEM. Solo se registró un caso desfavorable en el grupo de RCT y uno en el grupo de CEM.

Ramani et al. (2022) evalúa que, al comparar dos técnicas de terapia vital a los 12 meses, el éxito radiográfico fue del 97.8% para la pulpotomía completa y del 97.7% para la pulpotomía parcial en los casos que recibieron el tratamiento previsto. Se observó una falla radiográfica en el grupo de pulpotomía completa a los 6 meses debido a la aparición de radiolucidez periapical. Además, se detectó formación de barrera de tejido duro en el 24.4% de los casos de pulpotomía completa y en el 11.6% de los de parcial.

En la revisión de Bafail (2024), en 12 estudios determinó que las tasas de éxito radiográfico para procedimientos de terapia vital utilizando cementos de silicato de

calcio oscilan entre el 81% y el 90% en general. Para la pulpotomía completa al año, las tasas reportadas en la literatura analizada por la autora fueron del 92% al 98%, mientras que a los 3-5 años, el éxito radiográfico de la pulpotomía parcial con Biodentine alcanzó el 100%.

En el ensayo Zhu et al. (2024), utilizando con iRoot BP Plus, la pulpotomía completa mostró un éxito radiográfico del 93.3% a los 12 meses, frente a un 94.6% en el grupo de tratamiento de conductos. Las fallas radiográficas en ambos grupos (3 casos en total) se debieron a la ampliación de lesiones periapicales preexistentes, el desarrollo de nuevas lesiones o, en un caso de RCT, una fractura radicular.

#### *Tiempo de seguimiento*

Los resultados de la investigación indican que, si bien la mayoría de los estudios clínicos establecen periodos de evaluación de 6 a 12 meses para determinar el éxito inicial, este tiempo se considera insuficiente para captar la longevidad real del tratamiento en comparación con la endodoncia convencional.

La Eficacia a corto plazo (6-12 meses), se reportan tasas de éxito superiores al 90% tanto para la pulpotomía como para el tratamiento de conductos (RCT) en este intervalo. Algunos autores sugieren que 6 meses es un periodo adecuado para una evaluación preliminar, pero no para detectar fallas tardías.

Eficacia a mediano plazo (24-60 meses); en seguimientos de 2 a 5 años, los resultados entre la terapia pulpar vital (TPV) y el RCT siguen siendo equivalentes y comparables. Sin embargo, se ha observado que, aunque el éxito clínico se mantiene estable (aprox. 92.9%), el éxito radiográfico tiende a disminuir al 78.5% después de los 24 meses.

Existe un consenso en que un seguimiento de 5 años es considerado "considerablemente breve" dado que se espera que estos tratamientos perduren durante toda la vida del diente. Estudios con seguimientos de hasta 10 años muestran una tendencia decreciente en la tasa de éxito de la pulpotomía (de 89% al año a 63% a los diez años), lo que refuerza la necesidad de investigaciones de mayor duración y la necesidad de seguimientos a largo plazo.

### *Características Clínicas e Intervenciones Intraoperatorias*

El procedimiento estándar en todos los estudios incluyó aislamiento con dique de goma y la desinfección del campo operatorio antes de la remoción de la caries. Una característica clínica fundamental para confirmar el diagnóstico de vitalidad fue la presencia de hemorragia pulpar al entrar en la cámara, lo que indicaba que el tejido seguía siendo vital a pesar del diagnóstico clínico de pulpitis irreversible. En algunos casos (entre el 23.6% y 27.5%), se observó una hemorragia profunda pero controlable tras la exposición, lo cual no impidió el éxito del tratamiento. Específicamente, se ha señalado que, para garantizar un pronóstico favorable, el tejido pulpar radicular remanente debe presentar un color rosa rojizo uniforme bajo inspección microscópica tras lograr la hemostasia.

Tiempo de Hemostasia y Protocolos; El tiempo necesario para lograr la hemostasia varió según el estudio y el agente utilizado, siendo un factor crítico para decidir si se continuaba con la pulpotomía o se procedía al tratamiento de conductos (RCT). Taha et al. (2023), reporta un tiempo de hemostasia de entre 2 y 8 minutos. Zhu et al. (2024); El sangrado se controló en un rango de 2 a 5 minutos. Ramani et al. (2022); Establecieron un límite de 6 minutos; si la hemorragia no se controlaba en ese tiempo, el caso se consideraba falla intraoperatoria y se realizaba RCT. Asgary et al. (2022);

Intentaron la hemostasia primero con clorhexidina durante 5 minutos; si no se lograba (como ocurrió en el 41% de sus casos), aplicaron hipoclorito de sodio por 30 segundos adicionales, logrando el control en todos los pacientes.

### *Tipos de Irrigantes Utilizados*

El irrigante predominante para la desinfección de la cavidad y el control de la hemorragia fue el hipoclorito de sodio (NaOCl) en diversas concentraciones. Se utilizó NaOCl al 2.5% para lavar la cavidad tras la exposición y para empapar los pellets de algodón utilizados en la compresión de la pulpa. Otros protocolos emplearon concentraciones más altas, de 3% o 5.25%, tanto para la desinfección inicial como para el control del sangrado y el lavado final de la herida pulpar. Además del NaOCl, se reportó el uso de clorhexidina al 0.2% como agente de lavado inicial o para intentar la hemostasia, y el uso de solución salina estéril (NaCl 0.9%) para un lavado suave una vez controlado el sangrado antes de colocar el material biocerámico.

### *Reintervención*

Según el estudio de Taha et al. (2023); en el grupo de pulpotomía completa, 1 de los 30 casos presentó dolor persistente y tuvo que ser reintervenido con un tratamiento de conductos (RCT) a la primera semana. Para el seguimiento de los 6 meses, se registró 1 falla adicional en el grupo de pulpotomía que también necesitó RCT. En el grupo de tratamiento de conductos, 2 casos fallaron radiográficamente al año; uno de ellos requirió un retratamiento debido a un conducto distal omitido que fue localizado durante la reintervención.

Li et al. (2024) al ser una revisión sistemática, no reporta una tasa única de reintervención, pero señala que la tasa de éxito clínico de la pulpotomía a más de 24 meses es del 92.9%, mientras que el éxito radiográfico baja al 78.5%.

El estudio Asgary et al. (2022); reportó una de las tasas de reintervención más bajas. De los 147 casos evaluados a los dos años, solo 1 molar en el grupo de tratamiento de conductos y 1 caso en el grupo de pulpotomía con CEM fueron clasificados como resultados desfavorables o fallas. El grupo de pulpotomía con MTA no registró fallas clínicas ni radiográficas.

Este estudio de Ramani et al. (2022), indica la diferencia entre la incapacidad de completar el tratamiento y las fallas posteriores. Inicialmente, 13 pacientes (4 de pulpotomía completa y 9 de parcial) no pudieron recibir la terapia vital porque la hemorragia no se controló en 6 minutos, por lo que fueron reasignados inmediatamente a RCT. En el seguimiento postoperatorio, 1 caso de pulpotomía completa falló radiográficamente a los 6 meses (pulpa no vital) y recibió RCT, mientras que 1 caso de pulpotomía parcial fue una falla clínica inmediata por dolor severo persistente y también requirió RCT.

La revisión de Bafail (2024) destaca que la evaluación intraoperatoria es crítica; por ejemplo, cita que en un estudio el 11% de los dientes (7 de 64) diagnosticados con pulpitis irreversible resultaron estar parcial o totalmente necróticos durante la cirugía, lo que obligó a cambiar el plan de tratamiento de pulpotomía a RCT inmediatamente.

Zhu et al. (2024) indica que en el grupo de pulpotomía completa, 2 de 76 pacientes experimentaron dolor persistente y recibieron tratamiento de conductos al primer mes. Al finalizar los 12 meses, hubo un total de 2 fallas clínicas en el grupo de pulpotomía que requirieron RCT. En el grupo de control (RCT), se registró 1 falla que resultó en la necesidad de una extracción dental

### *Dolor postoperatorio*

No se observaron diferencias significativas en la incidencia del dolor entre los grupos a las 24 horas ( $p=.496$ ). Se encontró una diferencia significativa en la intensidad del dolor en todos los intervalos de tiempo evaluados, reportándose valores más bajos en el grupo de CP ( $p<.05$ ). El consumo de analgésicos fue significativamente menor en el grupo de CP (30,6%) en comparación con el grupo de PP (54,5%).

La intensidad del dolor disminuyó con el tiempo en ambos grupos, pero el grupo de FP tuvo reducciones mayores en la intensidad del dolor que el grupo de RCT en el día 1 ( $P<0.05$ ).

No hubo diferencias significativas entre los brazos del estudio con respecto a la intensidad del dolor postoperatorio, la distribución de la severidad o la tendencia del dolor ( $p=0.496-0.942$ ).

Los niveles de dolor en el día 1 después de la pulpotomía fueron significativamente más bajos que después del RCT ( $p=.037$ ).

Tanto la pulpotomía completa como la parcial mostraron resultados favorables sin diferencias significativas en sus tasas de éxito globales. Sin embargo, la pulpotomía completa resultó en intensidades de dolor posoperatorio significativamente menores y un menor consumo de analgésicos en comparación con la técnica parcial

### *Calidad metodológica*

El estudio de Taha et al. (2023) se diseñó como un ensayo clínico aleatorizado (ECA) paralelo y doble ciego que incluyó a 60 pacientes con molares permanentes maduros diagnosticados con pulpitis irreversible. Los criterios de inclusión exigían dolor espontáneo o persistente confirmado mediante pruebas térmicas, mientras que se excluyeron casos de necrosis pulpar o hemorragia incontrolable tras 10 minutos de pulpotomía. La aleatorización se realizó mediante una lista generada por

computadora con ocultación de la asignación a través de sobres sellados, logrando un cegamiento doble donde el operador desconocía la intervención hasta la exposición pulpar; sin embargo, el evaluador radiográfico no pudo ser cegado debido a la naturaleza visible de los tratamientos. El seguimiento fue de 12 meses con una pérdida mínima de dos casos (3.3%), y los autores reportaron seguir el flujo de trabajo de la herramienta CONSORT. Las principales limitaciones metodológicas señaladas fueron el tamaño reducido de la muestra, el uso de un único operador y una diferencia significativa en la edad media inicial entre los grupos analizados.

La revisión sistemática y meta-análisis de Li et al. (2024) evaluó la eficacia de la pulpotomía frente al tratamiento de conductos (RCT) integrando 15 ensayos clínicos aleatorizados y 8 estudios de un solo brazo. Los criterios de selección se centraron en poblaciones adultas con dientes posteriores maduros y diagnóstico de pulpitis irreversible, excluyendo estudios en dientes primarios, inmaduros o el uso de materiales como el hidróxido de calcio. La muestra total consolidada fue de 23 publicaciones, y para la evaluación del riesgo de sesgo los autores emplearon la lista de verificación de Downs and Black para estudios de un solo brazo y el enfoque GRADE para los ECA. El seguimiento en los estudios incluidos varió desde los 6 hasta los 60 meses, encontrando que muchos presentaban un alto riesgo de sesgo de rendimiento por la falta de cegamiento del operador. Entre sus limitaciones, los autores destacaron la alta heterogeneidad de los diseños de estudio, la imprecisión en algunos resultados y la dificultad para estratificar los datos por grupos de edad.

El trabajo de Asgary et al. (2022) consistió en un ensayo clínico aleatorizado multicéntrico y de etiqueta abierta realizado en dos centros académicos con una muestra inicial de 157 casos de pulpa expuesta por caries. Se incluyeron molares maduros con o sin antecedentes de dolor de pulpitis irreversible en pacientes de 14 a

60 años, excluyendo dientes no vitales o con hemorragia pulpar incontrolable tras protocolos específicos. Se utilizó un sistema de aleatorización simple en línea para asignar a los pacientes a tres grupos (RCT, pulpotomía con MTA o pulpotomía con CEM), manteniendo el cegamiento de los pacientes, pero no de los operadores. El seguimiento promedio fue de aproximadamente 27 meses con una tasa de pérdida del 6.4%, y los resultados radiográficos fueron evaluados por endodoncistas independientes por consenso. Como limitaciones metodológicas, se identificó la falta de cegamiento del operador y la declaración de un conflicto de interés importante, ya que el autor principal es el inventor del cemento CEM utilizado.

El estudio de Ramani et al. (2022) se estructuró como un ensayo clínico aleatorizado que comparó la pulpotomía completa frente a la parcial en 106 molares mandibulares con pulpitis irreversible sintomática. Los participantes, con edades entre 18 y 40 años, debían presentar un índice periapical (PAI)  $\leq 2$ , siendo excluidos aquellos con necrosis, inflamación sistémica o hemorragia incontrolable en 6 minutos. La aleatorización se realizó por bloques de cuatro y los pacientes junto con los evaluadores de resultados fueron cegados, aunque el operador no pudo serlo; para el análisis radiográfico, se enmascaró la porción coronaria de las imágenes para reducir el sesgo. El seguimiento alcanzó los 12 meses con una pérdida de 5 pacientes (4.7%), y el protocolo fue registrado en ClinicalTrials.gov. Las limitaciones señaladas incluyeron un periodo de seguimiento corto, un rango de edad estrecho que limita la generalización y la exclusión de las pruebas de sensibilidad pulpar como criterio de éxito.

La revisión sistemática de Bafail (2024) analizó los resultados de la terapia de pulpa vital en 12 estudios, incluyendo 9 ensayos aleatorizados y 3 cohortes prospectivas. La investigación se centró en molares permanentes con pulpitis irreversible

sintomática tratados con cementos de silicato de calcio, excluyendo diagnósticos asintomáticos o dientes inmaduros. Para la evaluación de calidad, la autora utilizó las herramientas Newcastle-Ottawa, ROBINS-I y la herramienta de riesgo de sesgo de la Colaboración Cochrane, calificando la mayoría de los estudios con un riesgo "justo" o "serio". El periodo de seguimiento de la evidencia revisada osciló entre uno y cinco años, con tasas de éxito clínico consistentes. Las limitaciones metodológicas generales identificadas en su análisis fueron los tamaños de muestra pequeños (menos de 23 dientes en tres de los estudios), la inconsistencia en los criterios de éxito y la falta de informes detallados sobre la evaluación pulpar intraoperatoria.

Finalmente, el estudio de Zhu et al. (2024) fue un ensayo clínico aleatorizado de centro único y ciego simple que evaluó a 160 pacientes con molares maduros y pulpitis irreversible. Los criterios de inclusión abarcaron pacientes de 18 a 50 años con dolor espontáneo, mientras que se excluyeron dientes con calcificaciones del canal, enfermedad periodontal o hemorragia que persistiera tras 10 minutos. La aleatorización se efectuó en una proporción 1:1 mediante sobres opacos sellados, logrando cegar a los pacientes, aunque el cegamiento de los evaluadores radiográficos se reportó como imposible. El seguimiento fue de 12 meses con una tasa de pérdida aproximada del 6.9% y el estudio fue registrado en el Registro de Ensayos Clínicos de China. Las limitaciones reconocidas por los autores fueron el breve periodo de seguimiento, que dificulta la detección de patologías a largo plazo, y el sesgo inevitable en la evaluación de las radiografías.

## Discusión

Los resultados del estudio revelan tasas de éxito clínico y radiográfico comparables entre la pulpotomía completa y el tratamiento de conductos radiculares (RCT) en molares permanentes maduros con pulpitis irreversible, con énfasis en ventajas de la pulpotomía en alivio del dolor postoperatorio, tiempo operatorio y costos. La literatura reciente (Lina Zhu, et al 2024) corrobora estos hallazgos, posicionando la pulpotomía completa como una alternativa viable y conservadora al RCT.

Los hallazgos principales del presente estudio demuestran que la pulpotomía completa, empleando materiales biocerámicos como Biodentine, MTA o iRoot BP Plus, logra tasas de éxito clínico superiores al 90-97% a 12 meses, similares a las del RCT (93-98%), pero con menor intensidad de dolor postoperatorio y tiempos de hemostasia controlables en 2-8 minutos. Esta superioridad en alivio del dolor, observada en el 50% de casos sin dolor al primer día, se atribuye a la preservación del tejido pulpar radicular vital, reduciendo la presión inflamatoria y los mediadores nociceptivos, en contraste con la extirpación total del RCT que puede inducir irritación periapical. Radiográficamente, el éxito se mantiene alrededor del 93%, con formaciones de barrera dentinaria en hasta el 24% de casos, confirmando la capacidad regenerativa de estos materiales en contextos de pulpitis irreversible sintomática.

Los resultados coinciden ampliamente con estudios recientes, como el ensayo aleatorizado de Zhu et al. (2024), que reportó éxitos clínicos del 97.3% y radiográficos del 93.3% para pulpotomía completa con iRoot BP Plus versus 98.6% y 94.6% para RCT en 160 molares maduros, sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), pero con mayor reducción de dolor al día 1 en pulpotomía ( $p < 0.05$ ). De manera similar, Taha et al.

(2023) hallaron tasas idénticas del 93% a 12 meses con Biodentine, destacando menor tiempo (43.5 min vs. 112.5 min) y costo en pulpotomía. Sin embargo, una ligera divergencia emerge en seguimientos más largos: el meta-análisis de Li et al. (2024) indica que, aunque el éxito clínico se estabiliza en 92.9% más allá de 24 meses, el radiográfico desciende al 78.5%, sugiriendo posible deterioro tardío no capturado en el presente estudio de 12 meses. Esta tendencia se alinea con Bafail (2024), quien revisó 12 estudios y encontró éxitos radiográficos del 81-90% a 1-5 años con cementos de silicato de calcio, equivalentes al RCT pero con mayor reintervención por hemorragia incontrolable (11-27%).

Las similitudes en tasas de éxito reflejan avances en materiales biocerámicos, que promueven sellado hermético y mineralización, permitiendo la vitalidad pulpar remanente incluso en pulpitis irreversible, como validado por la posición de la American Association of Endodontists (2021). Diferencias menores, como la ligera superioridad radiográfica inicial en algunos RCT, podrían deberse a variabilidad en criterios de hemostasia (5-10 min) y exclusión de necrosis intraoperatoria (23-27% de casos), factores compartidos con Asgary et al. (2022), quienes reportaron 98-100% de éxito a 2 años con MTA/CEM. La menor intensidad dolorosa post-pulpotomía, consistente con Galani et al. (2017) y Zhu et al. (2024), se explica por la menor manipulación radicular, evitando debris periapicales. Estas discrepancias metodológicas, como cegamiento incompleto o muestras pequeñas (<80 por grupo), limitan comparaciones directas, pero refuerzan la no inferioridad de la pulpotomía.

Entre las fortalezas del estudio se destacan su diseño como revisión sistemática de ensayos aleatorizados recientes, integración de outcomes clínicos, radiográficos y patient-reported (dolor, satisfacción), y énfasis en contextos clínicos reales con dique de goma y microscopio, superando limitaciones de estudios previos con sesgo de

rendimiento. Comparado con la literatura, ofrece una síntesis actualizada de materiales (Biodentine vs. iRoot), no siempre estratificada en meta-análisis como Li et al. (2024). No obstante, limitaciones incluyen el seguimiento corto ( $\leq 12$  meses en la mayoría), impidiendo evaluar longevidad  $>5$  años donde el RCT podría prevalecer, tamaños muestrales reducidos ( $n=29-157$ ) con pérdidas del 3-7%, y falta de cegamiento operador, similar a Zhu et al. (2024). Además, la heterogeneidad en irrigantes (NaOCl 2.5-5.25%) y edades (14-60 años) restringe generalización a poblaciones pediátricas o ancianas.

Clínicamente, estos resultados respaldan la pulpotomía completa como terapia pulpar vital de primera línea en molares maduros con pulpitis irreversible sintomática, priorizando conservación pulpar, menor morbilidad postoperatoria y accesibilidad económica, alineado con guías europeas de la European Society of Endodontology (2019). Teóricamente, desafían el paradigma tradicional de necrosis inevitable en pulpitis irreversible, demostrando capacidad regenerativa histológica vía puente dentinario y vascularización radicular, impulsando modelos predictivos basados en hemostasia y color pulpar rosado. En contextos como Chile, donde el acceso a endodoncistas es limitado, reduce carga operatoria y costos, mejorando calidad de vida al preservar vitalidad.

## Conclusiones

El estudio se propuso determinar la eficacia clínica y radiográfica de la Terapia Pulpar Vital (TPV), específicamente la pulpotomía completa, frente al tratamiento de conductos radicular no quirúrgico (TCNRS) en molares permanentes maduros con pulpitis irreversible sintomática (PIS). La hipótesis central sostiene que la TPV es una alternativa viable, efectiva y predecible que permite preservar la vitalidad pulpar y la estructura dental con tasas de éxito equiparables a la endodoncia convencional.

Se empleó un diseño de revisión sistemática con metanálisis siguiendo las directrices PRISMA 2020. La búsqueda abarcó seis bases de datos principales (PubMed, Scopus, Cochrane, entre otras) y la calidad de la evidencia se evaluó mediante herramientas estandarizadas como RoB 2 para ensayos clínicos y ROBIS para revisiones.

Se reportaron tasas de éxito clínico para la pulpotomía del 98.4% a los 6 meses y hasta el 100% a los 12 meses. El metanálisis indicó una reducción significativa del dolor postoperatorio en el grupo de pulpotomía frente al TCNRS en el día 1 ( $p=0.037$ ). Además, se identificó que el uso de cementos de silicato de calcio (CSC) es superior a otros materiales.

La presente investigación permite concluir que el objetivo general ha sido satisfactoriamente cumplido al demostrar que la Terapia Pulpar Vital (TPV), específicamente mediante la técnica de pulpotomía completa, constituye una alternativa terapéutica eficaz y predecible para el manejo de molares maduros con pulpitis irreversible sintomática. Los hallazgos validan la hipótesis planteada, confirmando que la preservación de la pulpa radicular no solo es posible, sino que ofrece tasas de éxito clínico y radiográfico que no muestran diferencias

estadísticamente significativas al compararse con el tratamiento de conductos radicular no quirúrgico (TCNRS). La evidencia sintetizada indica que la TPV permite mantener la funcionalidad y vitalidad dental, superando la concepción tradicional que dictaba la pulpectomía total como único tratamiento ante cuadros inflamatorios severos, siempre que se cumplan protocolos de asepsia y selección de materiales adecuados. Los hallazgos más significativos destacan que la pulpotomía completa alcanza niveles de éxito clínico superiores al 98,4% en seguimientos de corto plazo (6 meses), y un 92,9% en periodos de hasta 24 meses. Un hallazgo importante es la reducción del dolor postoperatorio, donde se observó que los pacientes tratados con pulpotomía presentaron niveles de intensidad dolorosa significativamente menores durante las primeras 24 horas en comparación con aquellos sometidos a endodoncia convencional. Este dato es fundamental, ya que implica una menor necesidad de medicación analgésica tras la intervención y una recuperación funcional más rápida, lo que posiciona a la TPV como una opción de tratamiento con menor morbilidad para el paciente y una alta aceptación clínica.

A pesar de los resultados favorables, esta investigación reconoce limitaciones inherentes a la evidencia analizada que deben ser consideradas al interpretar los datos. Se observó una marcada heterogeneidad en los protocolos de irrigación utilizados (variaciones en la concentración de NaOCl del 2.5% al 5.25%) y una falta de cegamiento del operador en la mayoría de los estudios, lo que introduce un riesgo de sesgo de rendimiento. Además, la mayoría de los estudios incluidos presentan seguimientos limitados a 12 meses o menos, con muestras poblacionales que oscilan entre 29 y 157 sujetos y pérdidas de seguimiento de entre el 3% y el 7%. Estas limitaciones restringen la capacidad de generalizar los resultados a largo plazo (>5 años), donde factores como la calcificación pulpar o la obliteración de conductos

podrían influir en la supervivencia dental de manera distinta a lo observado en el corto plazo.

La adopción de la TPV representa un cambio de paradigma hacia una odontología mínimamente invasiva y biológicamente orientada, permitiendo reducir la carga operatoria y los costos de insumos en los servicios de salud pública. Al simplificar el abordaje de la pulpitis irreversible sintomática sin comprometer el éxito terapéutico, se facilita la conservación de la dentición permanente en la población general, disminuyendo las tasas de exodoncia y las complicaciones asociadas a tratamientos endodónticos deficientes, los cuales presentan altas prevalencias de obturaciones inadecuadas en estudios poblacionales previos.

Se recomienda para futuras líneas de investigación el desarrollo de ensayos clínicos aleatorizados con un seguimiento longitudinal mayor a 60 meses para evaluar la longevidad real de la TPV en comparación con la endodoncia. Es necesario investigar el impacto de variables sistémicas y la edad avanzada en la capacidad de respuesta de la pulpa madura, así como estandarizar los protocolos de irrigación y desinfección de la cámara pulpar. Estas investigaciones permitirán consolidar a la pulpotomía completa no solo como una alternativa de emergencia, sino como el estándar de cuidado de primera línea para la preservación de la vitalidad dental en el adulto.

## **Bibliografía**

1. Gomez M, Campos A. Histología y embriología bucodental. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 1999. Pág. 175-225.
2. Cohen, S., & Richards C., B. (2002). Vías de la Pulpa. Vías de La Pulpa, Vías-de-La-Pulpa.
3. Pashley D, Walton R. Histología y fisiología de la pulpa dental. En: Ingle J, Bakland L. Endodoncia. 4ta edición. Editorial McGraw- Hill Interamericana. Capítulo 5. 1996.
4. Trowbridge H, Kim S, Suda H. Estructura y funciones del complejo dentino-pulpar. En: Cohen S, Burns R. 8va edición. Editorial Mosby. Capítulo 11. 2002.
5. Canalda C, Brau E. Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas. Editorial Masson, Capítulo 2. 2001
6. Weine F. Tratamiento endodóncico. 5ta Edición. Editorial Harcourt. 1997. Pág. 84-135.
7. European Society of Endodontology (ESE) developed by:; Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon S, El-Karim I, Kundzina R, Krastl G, Dammaschke T, Fransson H, Markvart M, Zehnder M, Bjørndal L. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J*. 2019 Jul;52(7):923-934. doi: 10.1111/iej.13080. PMID: 30664240.
8. Santos JM, Pereira JF, Marques A, Sequeira DB, Friedman S. Vital Pulp Therapy in Permanent Mature Posterior Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Systematic Review of Treatment Outcomes. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Jun 3;57(6):573. doi: 10.3390/medicina57060573.

9. Iaculli F, Rodríguez-Lozano FJ, Briseño-Marroquín B, Wolf TG, Spagnuolo G, Rengo S. Vital Pulp Therapy of Permanent Teeth with Reversible or Irreversible Pulpitis: An Overview of the Literature. *J Clin Med*. 2022 Jul 11;11(14):4016. doi: 10.3390/jcm11144016. PMID: 35887779; PMCID: PMC9321233.
10. Duncan HF. Present status and future directions-Vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *Int Endod J*. 2022 May;55 Suppl 3(Suppl 3):497-511. doi: 10.1111/iej.13688. Epub 2022 Feb 3.
11. AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy. *J Endod*. 2021 Sep;47(9):1340-1344. doi: 10.1016/j.joen.2021.07.015. Epub 2021 Aug 3. PMID: 34352305.
12. Galani M, Tewari S, Sangwan P, Mittal S, Kumar V, Duhan J. Comparative Evaluation of Postoperative Pain and Success Rate after Pulpotomy and Root Canal Treatment in Cariously Exposed Mature Permanent Molars: A Randomized Controlled Trial. *J Endod*. 2017 Dec;43(12):1953-1962. doi: 10.1016/j.joen.2017.08.007. Epub 2017 Oct 20.
13. Yong D, Cathro P. Conservative pulp therapy in the management of reversible and irreversible pulpitis. *Aust Dent J*. 2021 Mar;66 Suppl 1:S4-S14. doi: 10.1111/adj.12841. Epub 2021 Apr 19. PMID: 33818812.
14. Philip N, Suneja B. Minimally invasive endodontics: a new era for pulpotomy in mature permanent teeth. *Br Dent J*. 2022 Dec;233(12):1035-1041. doi: 10.1038/s41415-022-5316-1. Epub 2022 Dec 16. PMID: 36526777; PMCID: PMC9758046.
15. Cervino G, Laino L, D'Amico C, Russo D, Nucci L, Amoroso G, Gorassini F, Tepedino M, Terranova A, Gambino D, Mastroieni R, Tözüm MD, Fiorillo L. Mineral Trioxide Aggregate Applications in Endodontics: A Review. *Eur J Dent*. 2020

Oct;14(4):683-691. doi: 10.1055/s-0040-1713073. Epub 2020 Jul 29. PMID: 32726858; PMCID: PMC7536098.

16.Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M. MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. *J Clin Diagn Res.* 2017 Aug;11(8):ZG01-ZG05. doi: 10.7860/JCDR/2017/25840.10374. Epub 2017 Aug 1. PMID: 28969295; PMCID: PMC5620936.

17. Brizuela M, Daley JO. Dental Materials: Biodentine, a Calcium Silicate Bioactive. 2024 Jan 9. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 38261696.

18. Chugal N, Mallya SM, Kahler B, Lin LM. Endodontic Treatment Outcomes. *Dent Clin North Am.* 2017 Jan;61(1):59-80. doi: 10.1016/j.cden.2016.08.009.

19.Kahler B, Taha NA, Lu J, Saoud TM. Vital pulp therapy for permanent teeth with diagnosis of irreversible pulpitis: biological basis and outcome. *Aust Dent J.* 2023 Jun;68 Suppl 1:S110-S122. doi: 10.1111/adj.12997. Epub 2023 Nov 20.

20. Leong DJX, Yap AU. Vital pulp therapy in carious pulp-exposed permanent teeth: an umbrella review. *Clin Oral Investig.* 2021 Dec;25(12):6743-6756. doi: 10.1007/s00784-021-03960-2. Epub 2021 May 10. PMID: 33970319.

21. Hanna SN, Perez Alfayate R, Prichard J. Vital Pulp Therapy an Insight Over the Available Literature and Future Expectations. *Eur Endod J.* 2020 Mar 1;5(1):46-53. doi: 10.14744/eej.2019.44154. PMID: 32342038; PMCID: PMC7183799.

22.Kahler B, Taha NA, Lu J, Saoud TM. Vital pulp therapy for permanent teeth with diagnosis of irreversible pulpitis: biological basis and outcome. *Aust Dent J.* 2023 Jun;68 Suppl 1:S110-S122. doi: 10.1111/adj.12997. Epub 2023 Nov 20.